



УДК 597.541(262.5)

## ЛОКАЛЬНЫЙ ПЕРЕЛОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА (*SPRATTUS SPRATTUS*: CLUPEIDAE, PISCES) И ВНУТРИВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

© 2018 г. Г. В. Зуев, В. А. Бондарев, Ю. В. Самотой

Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
E-mail: [zuev-ger@yandex.ru](mailto:zuev-ger@yandex.ru)

Поступила в редакцию 31.08.2017. Принята к публикации 05.03.2018.

Черноморский шпрот (*Sprattus sprattus*) принадлежит к числу наиболее многочисленных видов рыб в Азово-Черноморском бассейне и является промысловым объектом во всех причерноморских странах. Его вылов достигает 100 тыс. тонн. Мониторинг состояния популяции и выявление факторов риска в условиях роста интенсивности промысла и изменения климата являются актуальными задачами. Предмет исследования данной статьи — оценка воздействия промысла на состояние популяции черноморского шпрота и определение перспективы дальнейшей эксплуатации его промыслового запаса. В основу публикации положены результаты собственных исследований и материалы ежегодных отчётов Научно-технического и экономического комитета по рыболовству (STECF) Европейской комиссии. Изучена многолетняя (2003–2013) динамика интегральных показателей размерно-возрастной структуры (средней длины и среднего возраста) и вылова шпрота из двух близких по климатическим условиям географических регионов — Крымского и Западного (шельф Болгарии и Румынии). Лов шпрота в обоих регионах производили с помощью разноглубинных тралов в зоне шельфа в придонном слое воды. Во всех расчётах использована стандартная длина ( $SL$ ), выраженная в см. Установлены межрегиональные отличия показателей размерно-возрастной структуры и условий промысла. В Крымском регионе средняя длина шпрота изменялась от 5,57 до 6,85 см, среднемноголетняя — 6,43 см. Межгодовая амплитуда колебаний достигала 20 %. Средний возраст изменялся от 0,9 до 1,57 года, среднемноголетний составил 1,4 года. Установлены отрицательные тренды средней длины и среднего возраста, свидетельствующие об ухудшении состояния популяции в целом и её промыслового качества в частности. Годовой вылов шпрота изменялся от 11,4 до 24,8 тыс. т, среднемноголетний составил 16,09 тыс. т. Межгодовая амплитуда колебаний — более 2,2 раза. Установлена сопряжённость межгодовых колебаний высоких уловов и низких значений средней длины и среднего возраста, смещённых относительно вылова на один год вперёд, а также показана тесная отрицательная связь между ними ( $r = -0,81$ ,  $p < 0,01$  и  $r = -0,82$ ,  $p < 0,01$ ). В Западном регионе, в отличие от Крымского, шпрот более крупный. Его средняя длина изменялась от 7,24 до 7,62 см, среднемноголетняя — 7,46 см. Межгодовая амплитуда колебаний менее 5 % указывает на стабильное состояние популяции. Годовой вылов шпрота изменялся от 2,77 до 4,64 тыс. т, при этом уровень промысловой нагрузки на популяцию не превышал предельно допустимого. Среднемноголетний вылов составил 3,75 тыс. т, что в 4,3 раза ниже, чем в Крымском регионе. Связь между выловом и средней длиной шпрота, смещённой на один год вперёд, отсутствует ( $r = -0,27$ ,  $p > 0,15$ ). Локальный перелов шпрота в Крымском регионе в сочетании с многолетней, последовательно прогрессирующей деградацией состояния популяции следует рассматривать как косвенный показатель структурированности промыслового запаса, предполагающий внутривидовую дифференциацию. Данный вывод носит предварительный характер, необходимы дальнейшие исследования.

**Ключевые слова:** шпрот, средняя длина, средний возраст, промысловый улов, корреляция, перелов

Черноморский шпрот относится к числу наиболее массовых видов рыб, населяющих Азово-Черноморский бассейн. Благодаря своей многочисленности он играет ключевую роль в пелагической экосистеме как связующее звено между зоопланктоном и представителями высшего трофического уровня: крупными хищными рыбами, дельфинами, птицами. В то же время шпрот является промысловым объектом во всех причерноморских странах. Современный промысловый запас испытывает межгодовые колебания и оценивается в 300–400 тыс. т. Максимально допустимый уровень изъятия, обеспечивающий сохранение условий устойчивого воспроизводства шпрота, составляет около 100 тыс. т. Его вылов колебался в последнее десятилетие от 27,4 до 120,7 тыс. т [16]. Основные районы промысла — шельф Анатолийского побережья Турции в районе Синопа — Самсуна, шельф Крымского полуострова и шельф, прилегающий к побережью Болгарии и Румынии.

Согласно результатам наших предыдущих многолетних (2000–2011) исследований размерно-возрастной структуры шпрота в Крымском регионе, биологическое состояние его популяции в этот период последовательно и закономерно ухудшалось, что сопровождалось уменьшением средней длины (измельчением) и среднего возраста (омоложением) особей. Основной причиной послужил, по нашему мнению, слишком интенсивный и неконтролируемый вылов [5, 6, 7, 8]. Вместе с тем ряд авторов [1, 2, 3, 9, 12, 17] связывает этот процесс напрямую с нарушением условий питания шпрота, которые сложились в конце 1990-х гг. в северной половине Чёрного моря в результате глобального потепления, повлёкшего общее повышение температуры воздуха в регионе [10]. Определённо, это должно создавать неблагоприятные условия для комплекса холодолюбивых видов в целом и для шпрота, бореального по своему происхождению, в частности. Существует и другая точка зрения [11]. Согласно ей, причиной измельчения шпрота в Крымском регионе послужило перераспределение промысловой нагрузки на популяцию между внешним глубоководным и прибрежным мелководным участками шельфа в пользу последнего, где преобладает мелкий шпрот. Это произошло после изменения в 1998 г. украинского таможенного законодательства: выловленные за пределами территориальных вод Украины (12-мильной прибрежной зоны) живые ресурсы стали приравниваться к импортируемым продуктам. В результате произошло существенное сокращение внешнего (за пределами 12 миль) промысла и, как следствие, вылова крупного шпрота.

Данная статья посвящена изучению многолетней (2003–2013) динамики размерно-возрастной структуры и вылова шпрота на крымском шельфе и в прибрежных водах Болгарии и Румынии с целью оценки воздействия промысла на состояние его популяции в этих близких по климатическим условиям регионах и определения перспектив дальнейшей эксплуатации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу статьи положены результаты собственных многолетних (2003–2013) исследований, а также материалы отчётов Научно-технического и экономического комитета по рыболовству (STECF) Европейской комиссии. Выборки шпрота получены из траловых уловов промысловых судов из прибрежных вод Болгарии и Румынии (Западный регион) и шельфовой зоны Крыма (Крымский регион) (рис. 1). Во всех расчётах использовали стандартную длину ( $SL$ ) рыб (от начала рыла до конца позвоночника), полученную путём прямого измерения в Крымском регионе и расчётным путём ( $TL \times 0,86$ ) — в Западном. Индивидуальный возраст определяли по отолитам; для расчёта среднего популяционного возраста ( $\bar{A}$ ) использовали размерно-возрастной ключ (табл. 1). Общее количество исследованных особей превысило 65 000 экз. Сведения о вылове шпрота в Крымском регионе приведены по данным Восточно-Крымского государственного управления рыбоохраны (ныне Крымский отдел государственного контроля, надзора и охраны водных биологических ресурсов Азово-Черноморского территориального управления Федерального агентства по рыболовству), информация о вылове в водах Болгарии и Румынии — по данным STECF.



**Рис. 1.** Район исследования: 1 — Крымский регион; 2 — Западный регион (шельф Болгарии и Румынии)  
**Fig. 1.** Research area: 1 – the Crimean region; 2 – the Western region (the shelf of Bulgaria and Romania)

**Таблица 1.** Размерно-возрастной ключ черноморского шпрота

**Table 1.** Size-age key of the Black Sea sprat

Стандартная длина, см	Возраст, годы			
	0+	1+	2+	3+
4,5–4,9	100*	–		
5,0–5,4	90	10		
5,5–5,9	30	70		
6,0–6,4	10	90		
6,5–6,9	–	100	–	
7,0–7,4		90	10	
7,5–7,9		50	50	
8,0–8,4		10	90	
8,5–8,9		–	100	
9,0–9,4			90	10
9,5–9,9			70	30
10,0–10,4			30	70
10,5–10,9				100

\* — в процентах

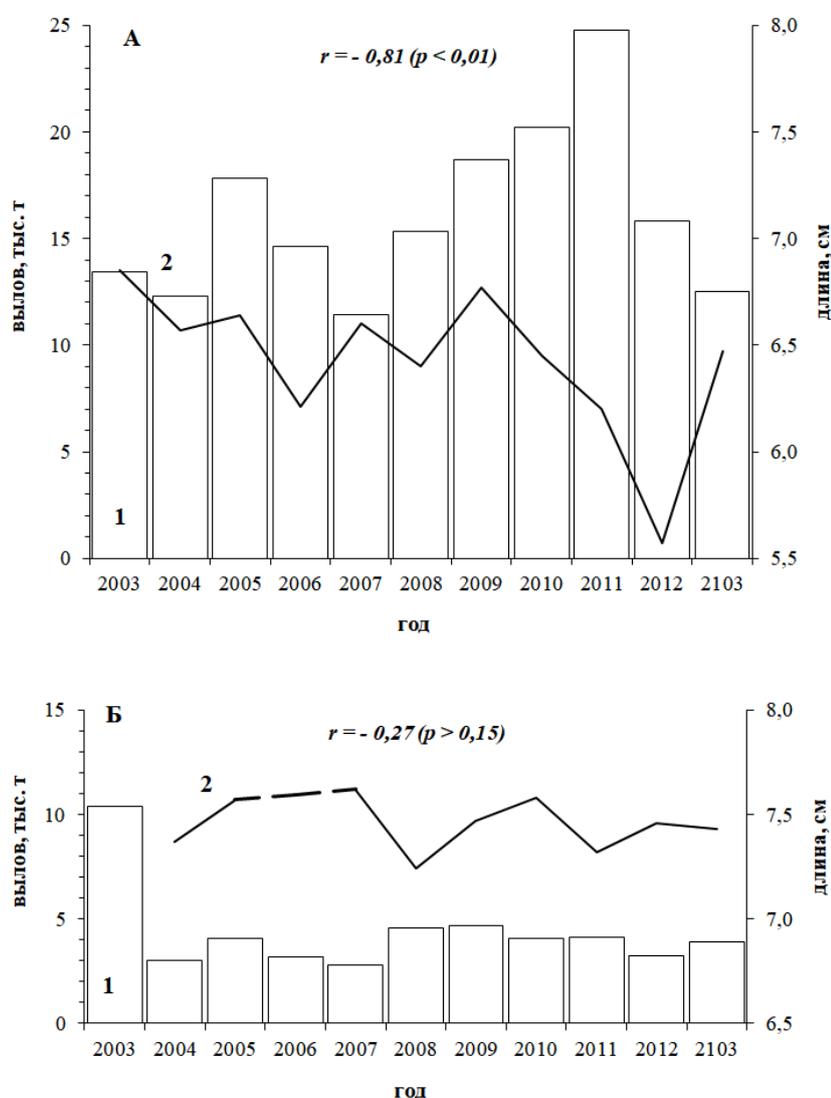
\* – in percentages

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Размерно-возрастная структура является одним из основных индикаторов состояния популяции (вида) и отражает такие важные процессы жизнедеятельности, как темпы роста, интенсивность воспроизводства, уровень смертности, скорость смены поколений [13]. Она зависит как от внутренних особенностей популяции, так и от воздействия внешних (естественных и антропогенных) факторов. При изучении размерно-возрастной структуры шпрота использовали такие интегральные её показатели, как средняя длина и средний возраст особей из июльских и августовских уловов.

В Крымском регионе в 2003–2013 гг. средняя длина шпрота изменялась от 5,57 до 6,85 см, её среднегодовалое значение — 6,43 см (табл. 2, рис. 2А). Межгодовая амплитуда колебаний составляла 18,7%. При этом в многолетнем плане на фоне значительных межгодовых колебаний происходило

последовательное уменьшение средней длины (отрицательный тренд). В 2003–2005 гг. она составляла 6,69 см, а в 2011–2013 гг. сократилась до 6,08 см. Средний возраст в это время изменялся от 0,90 до 1,57 года, его среднемноголетнее значение — 1,40 года. Межгодовая амплитуда колебаний превышала 57 %. В многолетнем плане средний возраст сократился почти на 24 % — с 1,51 года в 2003–2005 гг. до 1,22 года в 2011–2013 гг. В результате промысловое качество популяции изменилось в худшую сторону. Данные негативные структурные преобразования являются результатом количественного перераспределения в составе уловов представителей разных возрастных групп (поколений). В 2003–2005 гг. возрастной состав уловов был представлен тремя поколениями (сеголетками (0+), двухлетками (1+) и трёхлетками (2+)) в численном соотношении 7,2, 84,5 и 8,3 % соответственно, тогда как в 2011–2013 гг. это соотношение составляло 29,0, 69,6 и 1,4 % (см. табл. 2). Как видно, возрастная структура претерпела весьма заметные изменения. В наибольшей степени они коснулись представителей младшей (сеголеток) и старшей (трёхлеток) возрастных групп. Относительная численность первых увеличилась более чем вчетверо, тогда как численность вторых сократилась почти в шесть раз. Фактически в 2011–2013 гг. возрастной состав популяции шпрота в Крымском регионе был представлен лишь двумя поколениями.



**Рис. 2.** Средняя длина и вылов шпрота в Крымском (А) и Западном (Б) регионах Чёрного моря в 2003–2013 гг.

**Fig. 2.** Average length and catch of sprat in the Crimean (A) and Western (Б) regions of the Black Sea in 2003–2013

**Таблица 2.** Показатели размерно-возрастной структуры и вылов шпрота в Крымском регионе в 2003–2013 гг. (июль — август)**Table 2.** Size-age structure and catch of sprat in the Crimean region in 2003–2013 (July – August)

Год	Средняя длина, см	Возраст, %				Вылов, тыс. т
		0+	1+	2+	средний	
2003	6,85	8,6	76,0	15,4	1,57	13,44
2004	6,57	5,0	93,2	1,8	1,47	12,32
2005	6,64	7,9	84,5	7,6	1,50	17,82
2006	6,21	21,9	75,7	2,4	1,31	14,64
2007	6,60	4,9	92,5	2,6	1,48	11,40
2008	6,40	12,1	84,0	3,9	1,42	15,34
2009	6,77	4,0	90,4	5,6	1,52	18,70
2010	6,45	10,6	85,6	3,8	1,43	20,21
2011	6,20	17,2	81,7	1,1	1,33	24,78
2012	5,57	59,9	39,2	0,9	0,90	15,75
2013	6,47	9,8	88,0	8,2	1,42	12,52

В 2003–2013 гг. промышленный лов на Крымском шельфе проводили мало- и среднетоннажными судами с помощью разноглубинных тралов в придонном слое. Промысел продолжался в течение всего года в диапазоне глубин от 20–25 до 70–80 м. Величина вылова изменялась от 11,4 (2007) до 24,78 тыс. т (2011), то есть межгодовая амплитуда его колебаний составляла почти 2,2 раза (см. табл. 2, рис. 2А). Среднегодовое значение вылова — 16,1 тыс. т. В многолетнем плане прослеживается нестабильный, колебательный характер вылова. Высокие уловы зафиксированы в 2005 г. (17,82 тыс. т) и 2009–2011 гг. (18,7–24,78 тыс. т), низкие — в 2003–2004 гг. (12,32–13,44 тыс. т), 2006–2008 гг. (11,4–15,34 тыс. т) и 2012–2013 гг. (12,5–15,8 тыс. т). Результативность промысла подвержена не только межгодовой изменчивости, но и выраженным сезонным изменениям. Уловы достигают максимальных значений в весенне-летний период (апрель — сентябрь) и снижаются в осенне-зимний (октябрь — март). Доля весенне-летних уловов в разные годы изменялась от 66,3 до 90,1 % (при среднем значении 77,8 %), доля осенне-зимних — от 9,9 до 33,7 % (при среднем значении 22,2 %). В свою очередь, выделяются наиболее «добычливые» месяцы — июль и август: общий вылов в разные годы варьировал от 23,9 до 47,4 %, а в среднем составил 34,5 %. Именно по этой причине при изучении многолетней динамики размерно-возрастной структуры шпрота использованы значения средней длины и среднего возраста особей из летних (объединённых июльских и августовских) уловов как наиболее достоверные и объективно отражающие состояние популяции показатели.

В многолетнем плане прослеживается сопряжённость межгодовых колебаний величины вылова и средней длины шпрота: вслед за высокими (более 17–18 тыс. т) выловами происходит с опозданием на один год уменьшение его средней длины. Так, низкие значения средней длины наблюдались в 2004, 2006 и 2012 г. после высоких уловов в 2003, 2005 и 2009–2011 гг. Своего самого низкого значения средняя длина достигла в 2012 г. после трёхлетнего (2009–2011) периода высоких уловов; в 2011 г., в частности, зафиксирован рекордный за последние несколько десятилетий вылов — 24,78 тыс. т. Возникает вопрос: эта сопряжённость является случайным совпадением или отражает связь между данными показателями как результат негативного воздействия на популяцию слишком интенсивной эксплуатации?

Для ответа на этот вопрос изучена корреляционная зависимость между величиной вылова и средней длиной шпрота, смещённой относительно вылова на следующий календарный год, то есть на год вперёд. Данное смещение длины связано с тем, что основу промысловых уловов шпрота составляют двухлетки (возраст 1+), в результате чего последствия вылова могут отразиться на возрастном и, соответственно, размерном составе популяции не ранее чем через год. Так, в 2003–2013 гг. доля двухлеток изменялась от 39,2 до 93,2 % и составляла в среднем 81 %. Результат корреляционного анализа выявил наличие тесной отрицательной связи ( $r = -0,81$ ,  $p < 0,01$ ) между ними. Сходный результат получен

при изучении корреляции между выловом и средним возрастом шпрота ( $r = -0,82$ ,  $p < 0,01$ ). Из этого следует, что в 2000-е гг. вылов шпрота в Крымском регионе превышал биологически допустимый, то есть имел место перелов.

Одновременно изучена многолетняя динамика вылова и средней длины шпрота в Западном регионе (воды Болгарии и Румынии), близком по своим климатическим (в частности, метео- и гидрологическим) условиям к Крымскому, что позволяет исключить воздействие на популяцию температурного и тесно связанного с ним трофического факторов. Оба региона находятся под воздействием климатообразующих факторов, основные из которых — циклы Северо-Атлантического колебания и Атлантической мультидекадной осцилляции, определяющие долгопериодные изменения температуры воздуха и воды в этих регионах [10].

В 2003–2013 гг. средняя длина шпрота в уловах в Западном регионе, в отличие от таковой в Крымском, сохранялась практически постоянной, варьируя от 7,24 до 7,62 см. Межгодовой размах колебаний не превышал 5 %, то есть оставался в пределах ошибки (табл. 3, рис. 2Б). Среднемноголетнее значение длины 7,46 см на 16 % больше показателя средней длины шпрота в Крымском регионе (6,43 см). Как видно, по размерному составу и характеру его многолетней динамики между шпротом из разных регионов существуют вполне определённые различия. Следует заметить, что полученный результат не согласуется с утверждением о «*практическом соответствии показателей размерного состава шпрота из болгарских и румынских вод распределению длины в украинских уловах в 2005–2009 гг.*» [11]. Правда, к сожалению, авторы не приводят размеры шпрота в украинских уловах.

Промышленный лов шпрота в Западном регионе также проводили с помощью разноглубинных тралов в пределах относительно постоянного диапазона глубин, ограниченного 70-метровой изобатой, то есть в батиметрически сходных с крымскими условиях. В продолжение всего 11-летнего периода, за исключением 2003 г., вылов сохранялся относительно постоянным, варьируя в пределах от 2,77 до 4,64 тыс. т. (см. табл. 3, рис. 2Б). Межгодовая амплитуда колебаний не превышала 1,7 раза. Среднемноголетняя величина вылова шпрота составила 3,75 тыс. т, что в 4,3 раза ниже таковой в Крымском регионе. Уровень промысловой нагрузки на популяцию в соответствии с расчётной величиной коэффициента промысловой смертности, которая изменялась от 0,3 до 0,7, в среднем не превышал предельно допустимый [11].

**Таблица 3.** Средняя длина и вылов шпрота в Западном регионе в 2003–2013 гг.

**Table 3.** Average length and catch of sprat in the Western region in 2003–2013

Год	Средняя длина, см	Вылов, тыс. т
2003	–	10,37
2004	7,37	3,02
2005	7,57	4,06
2006	–	3,15
2007	7,62	2,77
2008	7,24	4,54
2009	7,47	4,64
2010	7,58	4,08
2011	7,32	4,09
2012	7,46	3,25
2013	7,45	3,89

Для оценки воздействия промысла на состояние популяции изучена корреляция между величиной вылова и средней длиной шпрота, смещённой относительно вылова на один год вперёд. Коэффициент корреляции ( $r = -0,27$ ,  $p > 0,15$ ) свидетельствует об отсутствии связи между показателями. Данный результат был вполне ожидаем по следующим причинам: во-первых, как упоминалось выше, вылов в этом регионе строго контролировался, во избежание слишком интенсивной эксплуатации промысловая на-

грузка на популяцию не превышала предельно допустимого уровня; во-вторых, расчётная величина общего допустимого вылова шпрота в водах Болгарии и Румынии оценивается более чем в 10 тыс. т, превышая почти в три раза его среднемноголетнюю величину (3,75 тыс. т) в 2003–2013 гг. [14].

Полученные результаты убедительно свидетельствуют о том, что наблюдаемое в 2000-х гг. неблагоприятное состояние шпрота в Крымском регионе в основном является результатом его слишком интенсивной эксплуатации. Влияние климатического (температурного) и пищевого факторов на состояние популяции следует признать второстепенным. Относительно батиметрического перераспределения промысловой нагрузки на популяцию, которое могло бы явиться возможной причиной измельчания и омоложения шпрота в Крымском регионе (см. выше), следует заметить, что в данном случае речь идёт о временном периоде 2003–2013 гг., то есть о промысле в новых правовых условиях, в пределах 12-мильной прибрежной зоны, в диапазоне глубин от 20–25 до 70–80 м. Таким образом, батиметрическое перераспределение промысловой нагрузки на популяцию если не исключается полностью, то существенно минимизируется.

Факт локального перелова шпрота в Крымском регионе в сочетании с последовательно возрастающей степенью деградации популяции даёт основание рассматривать его в качестве показателя структурированности промыслового запаса, его подразделённости на ряд пространственно обособленных, самовозобновляемых образований (единиц запаса), что предполагает, соответственно, наличие внутривидовой дифференциации. Неоднородность пространственного распределения шпрота вполне согласуется с особенностями его миграционного поведения, для которого характерны незначительные по расстоянию сезонные миграции, ориентированные перпендикулярно береговой линии: весной — на мелководье, осенью — на глубину [4, 16].

В литературе известны примеры локального перелова шпрота. Так, слишком интенсивный промысел как одну из причин сокращения промыслового запаса шпрота в начале 1990-х гг., наряду с низким пополнением и вспышкой численности гребневика-мнемиопсиса, приводит К. Проданов [18]: “*Since 1988 the sharp decline of sprat biomass was accompanied by fishing mortality increase in 1989 owing to the sprat fishery of the former USSR*” (см. с. 170).

В докладе Комиссии по защите Чёрного моря от загрязнения [19] отмечается, что снижение величины среднего вылова на единицу промыслового усилия и среднего размера шпрота в водах Болгарии и Румынии в 2006–2007 гг. связано со слишком высоким уровнем промыслового пресса на популяцию: “*The decreasing CPUE and mean catch size in Bulgarian and Romanian fisheries in 2006–2007 indicate that current level of fishing pressure might be too strong for the size of exploited stock biomass and therefore further catch limitation may be need*” (см. с. 331).

В Крымском регионе после рекордно высоких уловов шпрота в 2001 и 2002 гг. (19,5 и 21,4 тыс. т соответственно) в последующие два года объёмы вылова сократились более чем в 1,5 раза (до 13,4 тыс. т в 2003 г. и 12,5 тыс. т в 2004 г.) [8]. Одновременно произошли определённые изменения биологической структуры популяции, в частности размерных и возрастных показателей, нашедшие отражение в уменьшении средней длины особей (измельчании) и снижении их среднего возраста (омоложении). Ничем другим, кроме как сверхэксплуатацией промыслового запаса в 2001–2002 гг., это объяснить нельзя.

Подобная ситуация имела место у Анатолийского побережья в 2012 и 2013 гг. Вылов шпрота сократился тогда в 7,2 и 9,7 раза соответственно после беспрецедентно высокого (87,14 тыс. т) вылова шпрота Турцией в этом регионе в 2011 г. [14]. При этом произошло существенное (более чем пятикратное) снижение эффективности промысла, сопровождавшееся уменьшением размеров шпрота.

Факты локального перелова расходятся с существующим в настоящее время представлением, согласно которому промысловый запас шпрота в пределах видového ареала является единым, что в принципе исключает возможность перелова. Данная концепция вызывает вполне обоснованные сомнения в связи с тем, что никаких доказательств в её пользу не приводится. Рассматривать промысловый запас шпрота в качестве единого было негласно принято для простоты расчётов различных промысловых параметров, что со всей очевидностью следует из ежегодного доклада Комитета по рыболовству [15]:

“Due to the lack of information about the structure of sprat (*Sprattus sprattus*) population in the Black Sea this stock was assumed to be confined within the GSA 29 boundaries” (см. с. 42). Таким образом, в реальности концепция единого промыслового запаса шпрота зиждется не на фактах, а на авторитетах. Разрешение противоречия между концепцией единого запаса и фактами локального перелова шпрота возможно лишь при наличии внутривидовой дифференциации.

**Заключение.** С помощью показателей размерно-возрастной структуры (средней длины и среднего возраста) и их многолетней (2003–2013) динамики изучено современное состояние черноморского шпрота (*Sprattus sprattus*) в двух близких по климатическим условиям регионах Чёрного моря — Западном (прибрежные воды Болгарии и Румынии) и Крымском. Установлены региональные отличия в состоянии популяции и показана их связь с интенсивностью промысла. В Западном регионе шпрот более крупный, его средняя длина составляет 7,46 см. В течение периода исследований она сохранялась практически постоянной, а межгодовая амплитуда её колебаний не превышала 5 %, то есть оставалась в пределах ошибки. Состояние популяции стабильное. Средний вылов составлял 3,75 тыс. т в год. В Крымском регионе шпрот более мелкий, его средняя длина — 6,43 см. Межгодовая амплитуда колебаний длины достигла почти 20 %. В многолетнем плане происходило её последовательное уменьшение (отрицательный тренд). Состояние популяции нестабильное. Средний вылов — 16,09 тыс. т.

Для оценки воздействия промысла на состояние шпрота в регионах изучена связь между выловом и размерно-возрастными показателями. В Крымском регионе между ними установлена тесная отрицательная связь: выловы выше 15–16 тыс. т сопровождаются уменьшением средней длины и среднего возраста шпрота, смещёнными относительно вылова на один год вперёд (соответствующие коэффициенты корреляции составляют  $-0,81, p < 0,01$  и  $-0,82, p < 0,01$ ). Таким образом, главным фактором, определяющим угнетённое и нестабильное состояние популяции шпрота в Крымском регионе, послужила слишком высокая интенсивность промысла. Негативное влияние климатического (температурного) и трофического факторов на состояние популяции следует признать второстепенным. В Западном регионе связь между выловом шпрота и средней длиной отсутствует: коэффициент корреляции между ними равен  $-0,27, p > 0,15$ .

Необходимым условием для предотвращения дальнейшей деградации, а также для восстановления и поддержания стабильного состояния популяции шпрота в Крымском регионе является регулирование промысла. В соответствии с выявленной многолетней (2003–2013) сопряжённостью межгодовых колебаний вылова и размерно-возрастных показателей, величина вылова, не нарушающая состояние популяции, не должна превышать того уровня изъятия промыслового запаса, за которым следует уменьшение абсолютных значений этих показателей. Согласно данному условию, вылов не должен превышать 17–18 тыс. т, за исключением лет с высоким пополнением промысловой биомассы, повторяющихся с квазидекадной периодичностью.

Локальный перелов шпрота в Крымском регионе в сочетании с многолетней, последовательно прогрессирующей деградацией популяции следует рассматривать, по нашему мнению, в качестве косвенного показателя структурированности промыслового запаса, его подразделённости на ряд пространственно обособленных, самовозобновляемых образований (единиц запаса), предполагающего наличие внутривидовой дифференциации. Однако данный вывод носит сугубо предварительный характер, необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

*Работа выполнена в рамках госзадания ФГБУН ИМБИ по теме «Мониторинг биологического разнообразия гидробионтов Черноморско-Азовского бассейна и разработка эффективных мер по его сохранению» (№ гос. регистрации АААА-А18-118020890074-2).*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Глущенко Т. И. Питание и оценка рациона черноморского шпрота в 2009–2010 годах // *Труды ЮгНИРО*. 2011. Вып. 49. С. 34–39. [Glushchenko T. I. Nutrition and assessment of Black Sea sprat in 2009–2010. *Trudy YugNIRO*, 2011, iss. 49, pp. 34–39. (in Russ.)].
2. Глущенко Т. И., Сороколит Л. К., Негода С. А. Условия нагула черноморского шпрота в основных районах летнего промысла в современный период // *Рыбное хозяйство Украины*. 2005. № 3–4. С. 3–5. [Glushchenko T. I., Sorokolit L. K., Negoda S. A. Usloviya nagula chernomorskogo shprota v osnovnykh raionakh letnego promysla v sovremennyi period. *Rybnoe khozyaistvo Ukrainy*, 2005, no. 3–4, pp. 3–5. (in Russ.)].
3. Глущенко Т. И., Чашин А. К. Особенности питания черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) и формирование его нагульных скоплений // *Морской экологический журнал*. 2008. Т. 7, № 3. С. 5–14. [Glushchenko T. I., Chashchin A. K. Peculiarities of nutrition of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) and formation of its feeding accumulations. *Morskoj ekologicheskij zhurnal*, 2008, vol. 7, no. 3, pp. 5–14. (in Russ.)].
4. Гусар А. Г., Гетманцев В. А. *Черноморский шпрот*. Москва : ИЭМЭЖ АН СССР, 1985. 229 с. [Gusar A. G., Getmantsev V. A. *Chernomorskii shprot*. Moscow: IEMEZh AN SSSR, 1985, 229 p. (in Russ.)].
5. 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 : ЮгНИРО, 2013. С. 67–75. [Zuev G. V., Bondarev V. A. Razmerno-voznrastnaya struktura populyatsii chernomorskogo shprota *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) u poberezh'ya Kryma. In: *Sovremennye rybokhozyaistvennyye i ekologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona*: materialy VIII Mezhdunar. konf. (Kerch, 26–27 July 2013). Kerch: YugNIRO, 2013, pp. 67–75. (in Russ.)].
6. Зуев Г. В., Бондарев В. А., Завьялов А. В., Самотой Ю. В. Многолетняя динамика промысла и возрастной структуры черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces, Clupeidae) в водах Украины (Крымский регион) // *Морской экологический журнал*. 2013. Т. 12, № 3. С. 39–47. [Zuev G. V., Bondarev V. A., Zav'yalov A. V., Samotoi Yu. V. Long-time dynamics of fisheries and age structure of the Black Sea sprat population *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) in Ukrainian waters (Crimean region). *Morskoj ekologicheskij zhurnal*, 2013, vol. 12, no. 3, pp. 39–47. (in Russ.)].
7. Зуев Г. В., Бондарев В. А., Самотой Ю. В. Географическая изменчивость размерно-возрастной структуры черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) и его внутривидовая дифференциация // *Морской биологический журнал*. 2016. Т. 1, № 1. С. 24–35. [Zuev G. V., Bondarev V. A., Samotoi Yu. V. Geographical variability of length-age structure of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) and intraspecific differentiation. *Morskoj biologicheskij zhurnal*, 2016, vol. 1, no. 1, pp. 24–35. (in Russ.)]. doi: 10.21072/mbj.2016.01.1.03.
8. 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. Sovremennyye 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.)].
9. Никольский В. Н., Шульман Г. Е., Юнева Т. В., Щепкина А. М., Ивлева Е. В., Бат Л., Кидейш А. О современном состоянии обес-

- печенности пищей черноморского шпрота // *Доповіди НАН України*. 2007. № 5. С. 194–198. [Nikolsky V. N., Shulman G. E., Yuneva T. V., Shchepkina A. M., Ivleva E. V., Bat L., Kideys A. О *sovremennom sostoyanii obespechennosti pishchei chernomorskogo shprota. Dopovidi NAN Ukrainy*. 2007, no. 5, pp. 194–198. (in Russ.)].
10. Репетин Л. Н. Пространственная и временная изменчивость температурного режима прибрежной зоны Черного моря // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа*. 2012. Вып. 26, т. 1. С. 99–116. [Repetin L. N. Spatial and temporal variability of temperature regime in the Black Sea coastal zone. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoi i shel'fovoi zon i kompleksnoe issledovanie resursov shel'fa*, 2012, iss. 26, vol. 1, pp. 99–116. (in Russ.)].
11. Шляхов В. А., Шляхова О. В. Динамика структуры траловых уловов шпрота на украинском шельфе Черного моря и воздействие на нее природных факторов и рыболовства // *Труды ЮгНИРО*. 2011. Т. 49. С. 12–33. [Shlyakhov V. A., Shlyakhova O. V. Dynamics of trawl catch structure of Black Sea sprat on the Black Sea Ukrainian shelf and impact of natural factors and fishery on them. *Trudy YugNIRO*, 2011, vol. 49, pp. 12–33. (in Russ.)].
12. Шульман Г. Е., Никольский В. Н., Юнева Т. В. Воздействие глобальных климатических и региональных факторов на мелких пелагических рыб Черного моря // *Морской экологический журнал*. 2007. Т. 6, № 4. С. 18–30. [Shulman G. E., Nikolsky V. N., Yuneva T. V. Influence of global climatic and regional anthropogenic factors on small pelagic fishes of the Black Sea. *Morskoj ekologicheskij zhurnal*, 2007, vol. 6, no. 4, pp. 18–30. (in Russ.)].
13. Яблоков А. В. Популяционная биология. Москва : Высшая школа, 1987. 303 с. [Yablokov A. V. *Populyatsionnaya biologiya*. Moscow: Vysshaya shkola, 1987, 303 p. (in Russ.)].
14. *Black Sea assessments* (STECF-14-14). (Oct. 2014). Sampson D., Damalas D., Osio G. C. (Eds.). Luxemburg: EU Publ., 2014, 421 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
15. *Black Sea assessments* (STECF-15-16). (Oct. 2015). Cardinale M., Damalas D. (Eds.). Luxemburg: EU Publ., 2015, 278 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
16. Ivanov L., Beverton R. J. H. Fisheries resources of the Mediterranean. Part two: Black Sea. In: *General Fisheries Council for the Mediterranean: Studies and Reviews*. Rome: FAO, 1985, no. 60, 135 p.
17. Mihneva V., Raykov V., Grishin A., Stefanova K. Sprat feeding in front of the Bulgarian Black Sea coast. In: *Medcoast 15: Proc. of Twelfth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment* (Varna, Bulgaria, 6–10 Oct., 2015). Varna, 2015, vol. 1, pp. 431–443.
18. Prodanov K., Mikhailov K., Daskalov G., Maxim K., Chashchin A., Arkhipov A., Shlyakhov V., Ozdamar E. Environmental Impact on Fish Resources in the Black Sea. In: *Sensitivity to Change: Black Sea, Baltic Sea and North Sea* / Özsoy E., Mikaelyan A. (Eds.). Netherlands: Kluwer Acade. Publ., 1997, pp. 163–181. (NATO Asi Series 2; vol. 27).
19. Shlyakhov V. A., Daskalov G. M. The state of marine living resources. In: *State of the Environment of the Black Sea (2001–2006/7)* / T. Oguz (Ed.). Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea against Pollution (BSC) 2008-3. Istanbul, Turkey, 2008, pp. 291–334.

**LOCAL OVERFISHING  
OF THE BLACK SEA SPRAT (*SPRATTUS SPRATTUS*: CLUPEIDAE, PISCES)  
AND INTRASPECIES DIFFERENTIATION**

**G. V. Zuyev, V. A. Bondarev, Iu. V. Samotoi**

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research RAS, Sevastopol, Russian Federation

E-mail: [zuev-ger@yandex.ru](mailto:zuev-ger@yandex.ru)

The Black Sea sprat (*Sprattus sprattus*) is known to be one of the most numerous fish species in the Azov – Black Sea basin. It is an object of fishing in all the Black Sea countries, its catch reaches 100 thousand tons. Therefore, the task to monitor the state of the sprat population and identify the risk factors under existing conditions of increasing fishing intensity and climate change is of great importance. The subject of the study is to assess the impact of fishing on the state of the Black Sea sprat population and estimate the prospects of further exploitation of its commercial stock. The article is based on the results of our research and the annual reports of the European Commission's Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). The catch of sprat in both regions was carried out with mid-water trawls, in the shelf zone in the near-bottom layer of water. In all calculations, the standard length (*SL*) in cm was measured. Long-term (2003–2013) dynamics of integrated characteristics of the size-age structure of sprat population (average length and average age of sprat) and also sprat catch from two geographically similar in climatic conditions regions, the Crimean region and the Western region (the shelf of Bulgaria and Romania), was investigated. Interregional differences in characteristics of the size-age population structure and fishing conditions were identified. In the Crimean region, the average length of sprat varied from 5.57 to 6.85 cm, the average was 6.43 cm. The interannual amplitude of the *SL* fluctuations was near 20 %. The average sprat age varied from 0.9 to 1.57 year, the average fish age in the population was 1.4 year. The interannual amplitude of sprat age fluctuations was more than 57 %. Negative trends of the average sprat length and its average age have been determined, indicating deterioration of the population state as a whole and of its commercial quality, in particular. The annual commercial catch of sprat varied from 11.4 to 24.78 thousand tons, the average annual catch was 16.09 thousand tons. The interannual amplitude of the catch fluctuations was more than 2.2 time. A close negative correlation between high catches and low average lengths and, as well as low average sprat age in the population for one year forward, was found ( $r = -0.81, p < 0.01$  and  $r = -0.82, p < 0.01$ ). In the Western region, unlike the Crimean, the sprat was longer, the average length of fish varied from 7.24 to 7.62 cm, average was 7.46 cm. Interannual amplitude of fluctuations less than 5 % indicated a sustainable state of the population. The annual commercial catch of sprat varied from 2.77 to 4.64 thousand tons, with the fishing effort upon the population did not exceed the maximum allowable level. The average annual catch was 3.75 thousand tons, which was 4.3 time lower than that in the Crimean region. There was no significant correlation between the catch and the average length of sprat ( $r = -0.27, p > 0.15$ ). Local overfishing of sprat in the Crimean region together with long-term progressive deterioration of the sprat population state suggested division of total commercial fish stock into separate commercial unit stocks. This contradicts the concept of total commercial stock (a single population) of the Black Sea sprat. This conclusion is preliminary and further investigations in this area are to be made.

**Keywords:** sprat, average length, average age, commercial catch, correlation, overfishing