

ДИСКУССИИ

УДК 639.2.053.7.001.8 (262.5)

О ПРИМЕНИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИРТУАЛЬНО-ПОПУЛЯЦИОННОГО
АНАЛИЗА К УПРАВЛЕНИЮ
ЗАПАСАМИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ЧЕРНОГО МОРЯ

© 2015 г. В. А. Шляхов

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Керчь, 298300

E-mail: vladshlyahov@rambler.ru

Поступила в редакцию 19.05.2015 г.

Показано, что при оценивании запасов промысловых рыб рабочими группами международных организаций при ФАО и Европейской комиссии с помощью метода виртуально-популяционного анализа игнорирование географии распределения скоплений рыб и рыбодобывающих флотов прибрежных стран Черного моря может приводить к искажению оценок промысловой смертности и к ложным представлениям о степени использования запасов промыслом. Мерой пригодности (адекватности) результатов виртуально-популяционного анализа для цели управления каждым распределенным запасом рыбы предлагается величина, подсчитываемая как корень квадратный из суммы квадратов разности относительной площади скоплений и доли национального вылова в водах каждой из шести прибрежных стран. На основании статистики вылова прибрежных стран и материалов тралово-акустических съемок ЮгНИРО в Черном море получены оценки предлагаемого показателя адекватности виртуально-популяционного анализа. Оценки свидетельствуют о межгодовых вариациях адекватности в 2007–2013 гг.: у шпрота *Sprattus sprattus* — от средней до очень низкой, у мерланга *Merlangius merlangus* — от очень низкой до полного отсутствия, у черноморской хамсы *Engraulis encrasicolus ponticus* и ставриды *Trachurus mediterraneus* — от высокой до средней.

Ключевые слова: адекватность виртуально-популяционного анализа, шельф, площадь скоплений, вылов, прибрежные страны, Черное море.

ВВЕДЕНИЕ

Большинство важнейших эксплуатируемых популяций рыб Черного моря являются распределенными, т.е. используются промыслом в водах под юрисдикцией более чем одного причерноморского государства. Во второй половине 2000-х гг. оценкой состояния распределенных запасов и подготовкой рекомендаций по регулированию рыболовства в регионе Черного моря в той или иной мере занимаются Рабочие группы по Черному морю двух международных организаций.

1. Научный, технический и экономический Комитет по рыболовству при Европейской комиссии (далее — Комитет по ры-

боловству Еврокомиссии), в который входят представители стран Евросоюза, в том числе Болгария и Румыния.

2. Генеральная комиссия по рыболовству в Средиземном море при ФАО (далее — Средиземноморская комиссия), членами которой из стран Причерноморья являются Болгария, Румыния и Турция. Рабочая группа Средиземноморской комиссии не производит самостоятельного регионального оценивания биоресурсов Черного моря и использует оценки Рабочей группы Комитета по рыболовству Еврокомиссии.

Автор настоящей статьи являлся экспертом, приглашаемым и участвующим в работе обеих Рабочих групп с момента их

основания до февраля 2014 г. Следует подчеркнуть, что оценки и рекомендации Рабочих групп по регулированию рыболовства на региональном уровне не имеют никаких правовых последствий для стран, не входящих в указанные выше организации, но адресуются всем странам Причерноморья, в том числе Российской Федерации. Как представляется, некоторые из рекомендаций основаны на искаженных региональных оценках промысловой смертности, хотя эти оценки получены в результате корректного применения стандартной методологии виртуально-популяционного анализа (ВПА). Например, в протоколе 2-го заседания Рабочей группы Средиземноморской комиссии по Черному морю (Варна, апрель 2013) отмечено, что степень использования запасов шпрота *Sprattus sprattus* и мерланга *Merlangius merlangus* в Черном море оценивается как полное использование или перелов.

Действительно, оцененная ВПА промысловая смертность шпрота и мерланга в 2011 г. существенно превысила допустимый уровень (F_{msy}). Между тем траловый промысел в болгарских, румынских, российских и украинских водах, т.е. более чем на 80% акватории черноморского шельфа, где распределяется основная часть запаса шпрота и мерланга, был малоинтенсивным, в промысловых операциях участвовало около 40 рыболовных судов, вылавливавших шпрота (Sampson et al., 2013). Прибрежным же странам, включая Румынию, в водах которой в 2011 г. в траловом промысле было занято всего одно рыболовное судно, рекомендовалось уменьшить промысловую смертность шпрота и не увеличивать промысловую смертность мерланга. Очевидно, что эти рекомендации должны были относиться только к Турции, в водах которой в 2011 г. на 15–18% черноморского шельфа при работе 82 рыболовных судов было выловлено 72% шпрота и 99% мерланга от их общего бассейнового вылова.

Но дело даже не в том, что высокие значения текущего уровня промысловой смертности шпрота и мерланга формаль-

но были отнесены ко всему Черному морю. При ВПА запас каждого вида рыб рассматривается как одна единица: матрицы структурированного по возрасту вылова каждой страны объединяли в единую для всего моря матрицу, а затем анализировали с помощью стандартного программного обеспечения. Очевидно, что при последующем анализе имело место игнорирование географических особенностей распределения и использования запаса. Может ли такое игнорирование приводить к непригодности оценок промысловой смертности и численности, полученных посредством ВПА, для целей регионального управления распределенными запасами черноморских рыб, и можно ли количественно оценить меру адекватности метода ВПА в этом контексте?

Цель настоящей работы — показать возможность оценки применимости метода ВПА для регионального управления запасами промысловых рыб Черного моря, реализуемого без учета географии распределения скоплений рыб и рыбодобывающих флотов прибрежных стран.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Статистические сведения о вылове прибрежными странами шпрота, хамсы (черноморской), ставриды и мерланга в Черном море, а также промысловой смертности шпрота в период с 2007 по 2013 гг. взяты из отчета Рабочей группы по Черному морю Комитета по рыболовству Еврокомиссии (Sampson et al., 2014). Площади черноморского шельфа в пределах условных границ исключительных экономических зон стран Черного моря, ограниченные изобатами 100 и 200 м (табл. 1), рассчитаны при помощи программ Surfer 9.0 и Global Mapper V11.00 на основании данных батиметрической карты Черного и Азовского морей (Oceanographers.ru Gebco data). При экспертных оценках площадей промысловых скоплений шпрота, мерланга, черноморской хамсы *Engraulis encrasicolus ponticus* и ставриды *Trachurus mediterraneus* использованы материалы тра-

Таблица 1. Площадь акваторий прибрежных стран Черного моря над их континентальным шельфом между изобатами 0–100 и 0–200 м, км² (по оценкам ЮгНИРО)

| Прибрежная страна | Площадь между изобатами, км ² | |
|----------------------|--|---------|
| | 0–100 м | 0–200 м |
| Болгария | 10742 | 11017 |
| Грузия | 1886 | 3235 |
| Российская Федерация | 4340 | 5385 |
| Румыния | 17148 | 20554 |
| Турция | 14016 | 19422 |
| Украина | 47815 | 50749 |
| Все страны | 95947 | 110362 |

ловых и гидроакустических съемок пелагических и придонных рыб, проводившихся ЮгНИРО в 1992–2003 гг. в шельфовых водах Черного моря, исключая воды Турции. Видовые научные и русские названия рыб приведены по Васильевой (2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2013 г. Рабочая группа по Черному морю Комитета по рыболовству Еврокомиссии оценивала восемь видов рыб: шпрота, мерланга, черноморскую хамсу, ставриду, черноморского калкана *Scophthalmus maeoticus*, барабульку *Mullus barbatus*, катрана *Squalus acanthias* и пеламиду *Sarda sarda*. Главным инструментом для оценки запаса и промысловой смертности являлся ВПА промыслово-биологических данных. Анализ вылова наиболее массовых пелагических и придонных рыб Черного моря производился с помощью следующих модификаций ВПА — Extended Survivors Analysis, XSA (Shepherd, 1994; Darby, Flatman, 1994) и Integrated Catch-at-age Analysis, ICA (Patterson, Melvin, 1996).

Каждая страна Причерноморья ловит рыбу только в своем географически обозначенном районе. Возрастной состав национального вылова вида рыбы варьирует в зависимости от применяемых орудий лова, их селективности, а при идентичности и одинаковом размере ячеи орудий лова — от воз-

растной структуры облавливаемых скоплений, распределяющихся в водах прибрежных стран. При оценивании распределенных запасов с помощью метода ВПА вклад вылова страны в итоговую оценку запаса (Spawning Stock Biomass, SSB) пропорционален доле ее вылова в общем вылове. Отсюда следует, что наиболее правдоподобная оценка запаса будет получена в том случае, если вылов каждой страны будет пропорционален и структурно идентичен облавливаемой ей части запаса.

Допустим пропорциональность доли запаса SSB_i (в % от всего запаса SSB) в водах каждой страны Причерноморья доле площади доступных для облова скоплений Ss_i (в % от всей площади скоплений Ss), т.е. $SSB_i \propto Ss_i$, и идентичность возрастной структуры скоплений вылову рыбы. Тогда наиболее правдоподобная оценка всего запаса методом ВПА будет получена при нулевой сумме отклонений относительной площади скоплений от доли национального вылова Y_i (в % от общего вылова): $\sum_{i=6}^{i=1} (Ss_i - Y_i) = 0$,

где i — порядковый индекс страны: для Болгарии $i = 1$, для Грузии (вместе с Республикой Абхазия) $i = 2$, для Российской Федерации $i = 3$, для Румынии $i = 4$, для Турции $i = 5$ и для Украины $i = 6$.

В таком случае мерой пригодности (далее — адекватности) результатов ВПА

для цели управления запасом каждого вида рыб может стать величина Ad , подсчитываемая из выражения: $Ad = \sqrt{\sum_{i=6}^{i=1} (Ss_i - Y_i)^2}$.

Для черноморских рыб нами принята следующая градация адекватности: при $Ad \leq 20\%$ — высокая, 21–30% — средняя, 31–50% — низкая, 51–100% — очень низкая, $> 100\%$ — отсутствует.

Ниже рассмотрено применение предлагаемого подхода к оценке степени адекватности ВПА для четырех черноморских рыб — шпрота, черноморской хамсы, ставриды и мерланга. Анализ адекватности для остальных оцениваемых Рабочей группой Еврокомиссии видов рыб не производился: для черноморского калкана и барабульки — из-за неясности количества единиц запаса и их географической локализации, для катрана и пеламиды — по причине существенной неполноты данных.

Шпрот и мерланг. Основной промысел производится в сезоны, когда эти виды распределяются по всему континентальному шельфу; шпрот добывается на глубинах 20–110 м, мерланг — на тех же глубинах в качестве прилова к шпроту и на глубинах 60–120 м при специализированном промысле в водах Турции (Shlyakhov, Daskalov, 2008; Шляхов, Шляхова, 2011). Гидроакустические и траловые съемки ЮгНИРО показывают, что в первом приближении биомасса и площадь промысловых скоплений шпрота и мерланга пропорциональны площади шельфа. В нашем случае используются только относительные показатели площади, поэтому относительная площадь промысловых скоплений этих рыб в водах каждой страны может быть подсчитана как отношение площади шельфа страны к площади всего черноморского шельфа. Например, для Болгарии это:

$$Ss_1 = \frac{S_1 \cdot 100}{\sum_{i=6}^{i=1} S_i},$$

где $\sum_{i=6}^{i=1} S_i = S$ — площадь всего черноморского шельфа, равная 100%.

Хамса и ставрида. Основной их промысел производится на местах зимовки или во время миграций к местам зимовки. Черноморская хамса зимует и промышляется в шельфовых водах Грузии, Турции и Украины в широком диапазоне глубин, иногда над глубинами 150–200 м (например, в Грузии в районе пос. Анаклия). В водах Российской Федерации ее зимовка и промысел до 2014 г. отсутствовали. Кроме того, в водах Болгарии, Румынии и Украины промысел этой рыбы (кратковременный) осуществляется во время миграций к местам зимовки. На основании гидроакустических съемок и других работ относительная площадь промысловых скоплений черноморской хамсы в каждой из прибрежных стран нами экспертно оценена следующим образом: в водах Болгарии $Ss_1 = \frac{0,001 \cdot S_1 \cdot 100}{S}$; в водах Грузии $Ss_2 = \frac{S_2 \cdot 100}{S}$; в водах Российской Федерации $Ss_3 = 0$; в водах Румынии $Ss_4 = \frac{0,0005 \cdot S_4 \cdot 100}{S}$; в водах Турции $Ss_5 = \frac{0,75 \cdot S_5 \cdot 100}{S}$; в водах Украины $Ss_6 = \frac{0,005 \cdot S_6 \cdot 100}{S}$.

Для ставриды, которая зимует также и в водах Российской Федерации, относительная площадь промысловых скоплений (по состоянию до 2014 г.) может быть экспертно оценена: в водах Болгарии $Ss_1 = \frac{0,001 \cdot S_1 \cdot 100}{S}$; в водах Грузии $Ss_2 = \frac{S_2 \cdot 100}{S}$; в водах Российской Федерации $Ss_3 = \frac{0,001 \cdot S_3 \cdot 100}{S}$; в водах Румынии $Ss_4 = \frac{0,0005 \cdot S_4 \cdot 100}{S}$; в водах Турции $Ss_5 = \frac{0,75 \cdot S_5 \cdot 100}{S}$; в водах Украины $Ss_6 = \frac{0,005 \cdot S_6 \cdot 100}{S}$.

В табл. 2 представлены исходные данные и результаты подсчета Ad для периода с 2007 по 2013 гг. Оценки Ad у шпрота свидетельствуют о больших межгодовых ва-

Таблица 2. Вылов (%) шпрота, черноморской хамсы, ставриды и мерланга в Черном море в 2007–2013 гг., а также их промысловая смертность (F) и показатели адекватности (Ad , %) методов ICA и XSA при региональном оценивании запасов с учетом географии их распределения

| Страна | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Шпрот | | | | | | | |
| Болгария | 6,63 | 5,87 | 4,98 | 4,41 | 3,28 | 9,01 | 13,88 |
| Грузия | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Россия | 15,75 | 10,65 | 9,57 | 6,37 | 4,22 | 11,24 | 3,09 |
| Румыния | 0,54 | 0,32 | 0,10 | 0,04 | 0,11 | 0,25 | 0,36 |
| Турция | 30,39 | 54,39 | 58,42 | 62,26 | 72,19 | 34,52 | 35,49 |
| Украина | 46,69 | 28,77 | 26,93 | 26,91 | 20,20 | 44,97 | 47,19 |
| Все страны, т | 38582 | 73366 | 91375 | 91594 | 120708 | 35025 | 27268 |
| F_{1-3} по ICA | 0,23 | 0,31 | 0,62 | 0,73 | 1,24 | 0,86 | 0,45 |
| Ad при $S = 95947 \text{ км}^2$ | 26,65 | 49,03 | 53,18 | 56,28 | 67,65 | 28,01 | 27,62 |
| Ad при $S = 110362 \text{ км}^2$ | 25,08 | 45,21 | 49,28 | 52,39 | 63,58 | 25,98 | 26,11 |
| Мерланг | | | | | | | |
| Болгария | 0,14 | 0 | 0,03 | 0,12 | 0,01 | 0,02 | 0,06 |
| Грузия | 0,36 | 0,13 | 0,16 | 0,13 | 0,51 | 0,64 | 0,00 |
| Россия | 0,19 | 0,86 | 0,57 | 0,19 | 0,25 | 3,18 | 0,18 |
| Румыния | 0,15 | 0,49 | 0,43 | 0,20 | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| Турция | 98,60 | 98,42 | 98,62 | 99,22 | 98,78 | 95,63 | 99,50 |
| Украина | 0,56 | 0,08 | 0,19 | 0,14 | 0,44 | 0,52 | 0,24 |
| Все страны, т | 11392 | 11162 | 9105 | 11987 | 8222 | 6537 | 8281 |
| F_{2-4} по XSA | 1,00 | 1,31 | 1,12 | 1,43 | 1,39 | 0,94 | 1,15 |
| Ad при $S = 95947 \text{ км}^2$ | 99,70 | 99,72 | 99,85 | 100,43 | 99,95 | 97,18 | 100,66 |
| Ad при $S = 110362 \text{ км}^2$ | 95,34 | 95,35 | 95,49 | 96,08 | 95,60 | 92,79 | 96,32 |
| Черноморская хамса | | | | | | | |
| Болгария | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Грузия | 4,62 | 10,17 | 14,14 | 16,07 | 10,88 | 29,23 | 31,27 |
| Россия | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Румыния | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,05 |
| Турция | 94,46 | 88,34 | 83,73 | 81,85 | 86,18 | 67,13 | 67,93 |
| Украина | 0,89 | 1,47 | 2,10 | 2,04 | 2,91 | 3,63 | 0,75 |
| Все страны, т | 378046 | 255086 | 221660 | 248049 | 238153 | 188179 | 226062 |
| F_{bar} по XSA | 1,31 | 1,27 | 0,87 | 1,55 | 1,30 | - | - |
| Ad при $S = 95947 \text{ км}^2$ | 15,37 | 7,08 | 1,03 | 1,71 | 5,18 | 21,51 | 22,34 |
| Ad при $S = 110362 \text{ км}^2$ | 19,20 | 10,94 | 4,94 | 2,30 | 9,09 | 17,74 | 18,44 |

Таблица 2. Окончание

| Страна | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ставрида | | | | | | | |
| Болгария | 0,65 | 0,86 | 1,07 | 1,23 | 2,13 | 1,53 | 1,34 |
| Грузия | 0,30 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,24 | 0,18 | 0 |
| Россия | 0,35 | 0,74 | 0,75 | 0,81 | 0,47 | 0,28 | 0,44 |
| Румыния | 0,08 | 0,05 | 0,10 | 0,05 | 0,12 | 0,08 | 0,13 |
| Турция | 97,44 | 96,55 | 96,46 | 96,45 | 95,62 | 95,78 | 93,89 |
| Украина | 1,18 | 1,76 | 1,58 | 1,42 | 1,42 | 2,16 | 4,19 |
| Все страны, т | 17886 | 20843 | 16489 | 13405 | 18559 | 24966 | 20214 |
| F_{1-3} по XSA | 0,57 | 0,80 | 0,71 | 0,92 | 1,34 | 1,85 | 1,23 |
| Ad при $S = 95947 \text{ км}^2$ | 20,67 | 20,23 | 20,18 | 20,19 | 19,56 | 19,65 | 18,72 |
| Ad при $S = 110362 \text{ км}^2$ | 24,50 | 24,09 | 24,03 | 24,03 | 23,39 | 23,51 | 22,61 |

риациях адекватности — от средней до очень низкой. Изменения промысловой смертности и показателя адекватности имели минимальные значения в 2007 г., максимальные — в 2011 г. и происходили синхронно. Это можно объяснить тем, что и F_{1-3} и Ad в значительной степени зависели от турецкого вылова. При оценивании адекватности рост турецкого вылова приводил к увеличению несоответствия между географическим распределением вылова и распределением запаса, т.е. к увеличению Ad , и наоборот. При оценке промысловой смертности шпрота с помощью инструментария ICA численность и структура турецкого вылова (табл. 3) вносили весомый вклад в итоговую оценку промысловой смертности, несмотря на процедуру настройки, при которой происходит согласование возрастного распределения расчетных значений F принятому образцу (соответствующему структуре уловов в болгарских траловых съемках шпрота и украинских промысловых уловов).

В 1980-х гг. в водах СССР, Болгарии и Румынии в траловом промысле шпрота участвовало 100–120 судов, достаточно равномерно распределявшихся в шельфовых водах указанных стран (Турция в те годы промысел шпрота не производила). В 1980–1988 гг. промысловая смертность

шпрота в возрасте 1–3 года (F_{1-3}) методом XSA оценивалась в интервале промысловой смертности между 0,21 и 0,57 при колебании годовых уловов в диапазоне 41–96 тыс. т, а в 1989 г. — $F_{1-3} = 0,73$ при вылове 105 тыс. т (Prodanov et al., 2007). Для 2011 г., когда интенсивность тралового промысла в водах прибрежных стран варьировала в широких пределах, по данным Рабочей группы по Черному морю Комитета по рыболовству Еврокомиссии, при близком к 1989 г. вылове шпрота (121 тыс. т) значение промысловой смертности оказалось на 70% выше — $F_{1-3} = 1,24$ (Sampson et al., 2014). Поэтому к результатам ICA для шпрота в 2009–2011 гг. и к соответствующим рекомендациям международных организаций относительно регулирования его промысла на региональном уровне следует относиться с осторожностью.

У мерланга оценки Ad оказались самыми высокими и наиболее стабильными, они отражают высокий уровень вылова в водах Турции (95,6–99,5%), где, по нашей экспертной оценке, может распределяться менее 20% запаса этой рыбы в Черном море. Очень низкая, вплоть до полного отсутствия, адекватность результатов XSA для всего запаса мерланга в Черном море очевидна.

Таблица 3. Возрастной состав шпрота, выловленного в водах Турции, Украины и всех стран Причерноморья в 2011 г.

| Возраст, лет | Турция | Украина | Все страны | |
|--------------|------------|---------|------------------|----------|
| | Вылов | | | |
| | % от массы | | % от численности | млн экз. |
| 0 | 0 | 32,20 | 7,60 | 2581 |
| 1 | 22,92 | 50,75 | 29,68 | 10080 |
| 2 | 44,68 | 14,15 | 37,32 | 12677 |
| 3 | 30,97 | 2,88 | 24,25 | 8236 |
| 4 | 1,37 | 0,02 | 1,11 | 377 |
| 5 | 0,06 | 0 | 0,04 | 14 |

Примечание. Численность вылова взята из отчета Рабочей группы по Черному морю Комитета по рыболовству Еврокомиссии (Sampson et al., 2014).

У ставриды и черноморской хамсы оценки *Ad* соответствуют высокой и средней адекватности метода XSA для запасов этих рыб в Черном море. Существенные вариации значений *Ad* у черноморской хамсы связаны с нестабильностью промысла и ненадежностью статистики ее вылова в водах Грузии и Республики Абхазия (в статистике вылова в 2012–2013 гг. предположительно присутствует большая доля азовского подвида хамсы *E. encrasicolus maeoticus*).

Результаты оценки адекватности метода ВПА в рамках предлагаемого подхода сугубо предварительные. Они могут быть уточнены после получения дополнительных данных о распределении запасов рыб и их структуре в водах прибрежных стран в результате проведения траловых и гидроакустических съемок на всем шельфе Черного моря. Такие съемки, в частности, планируются в рамках разрабатываемого международного проекта BlackSeaFish под эгидой ФАО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васильева Е.Д. Рыбы Черного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными

С.В. Богородским. М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 238 с.

Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика структуры траловых уловов шпрота на украинском шельфе Черного моря и воздействие на нее природных факторов и рыболовства // Тр. ЮрНИРО. 2011. Т. 49. С. 12–33.

Darby C.D., Flatman S. Virtual population analysis: version 3.1 (Windows/DOS) user guide. V.1. Lowestoft: MAFF Direct. Fish. Res. Info Tech. Ser., 1994. 85 p.

Patterson K.R., Melvin G.D. Integrated catch at age analysis. Version 1.2. // Scot. Fish. Res. Report. 1996. № 58. 60 p.

Prodanov K., Mikhailov K., Daskalov G.M. et al. Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation // Stud. Rev. GFCM. 1997. № 68. 178 p.

Sampson D., Ak O., Daskalov G. et al. Scientific, technical and economic committee for fisheries Black Sea assessments. EUR 25309 EN, JRC 85367. Luxembourg: Publ. Office Europ. Union, 2013. 429 p.

Sampson D., Ak O., Daskalov G. et al. Scientific, technical and economic committee for fisheries Black Sea assessments (STECF-14–14). EUR 26896 EN, JRC 92436. Luxembourg: Publ. Office Europ. Union, 2014. 421 p.

Shepherd J. G. Extended survivors analysis: An improved method for the analyses of catch-at-age data and abundance indices // *ICES J. Mar. Sci.* 1999. V. 56. P. 160–170.

state of marine living resources // *State of the environment of the Black Sea (2001–2006/7)*. V. 3. Istanbul, Turkey: Publ. Com. Protection Black Sea Against Poll. (BSC), 2008. P. 321–364.

Shlyakhov V.A., Daskalov G.M. The

ON THE APPLICABILITY OF THE RESULTS OF VIRTUAL POPULATION ANALYSIS FOR THE MANAGEMENT OF THE STOCKS OF THE COMMERCIAL BLACK SEA FISH SPECIES

© 2015 г. V. A. Shlyakhov

Southern Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kerch, 298300

It is shown that during the assessment of the commercial fish stocks carried out by the work groups of international organizations under FAO and the European Commission with the use of Virtual Population Analysis method (VPA), the disregard shown towards the geography of distribution of fish aggregations and fishing fleets of the Black Sea riparian countries can lead to miscalculations in commercial mortality assessment and to false representations of the degree of fisheries stock exploitation. The measure of VPA applicability (adequacy) for each shared fish stock is proposed to be the value that is calculated as square root of sum of squared difference between relative area covered by fish aggregations and a share of national landings in the waters of each riparian country. Evaluation of proposed VPA adequacy rate was obtained on the basis of the landing statistics from riparian countries and the data from YugNIRO trawl-acoustic surveys in the Black Sea. The results of evaluation indicate inter-annual variations in VPA adequacy in 2007–2013: from medium to very low for sprat *Sprattus sprattus*; from very low to the absence of it for whiting *Merlangius merlangus*; and from high to medium for Black Sea anchovy *Engraulis encrasicolus ponticus* and for horse mackerel *Trachurus mediterraneus*.

Keywords: VPA adequacy, shelf, aggregation area, landing, riparian countries, the Black Sea.