

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СТРУКТУРЫ ПРОМЫСЛОВОГО ИЗЪЯТИЯ И ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИИ ЧЕРНОМОРСКО- АЗОВСКОЙ СЕЛЬДИ В ПЕРИОД 2004–2020 гг.

© 2022 г. И.Д. Козоброд\*, В.А. Шляхов, О.В. Шляхова, М.М. Пятинский

Азово-Черноморский филиал Всероссийского научно-исследовательского  
института рыбного хозяйства и океанографии (АзНИИРХ),  
г. Ростов-на-Дону, 344022

E-mail: kuznecovainna1811@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.02.2022 г.

В работе анализируются многолетние промысловые данные, собранные в результате научного мониторинга промысла донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в период 2004–2020 гг. в Керченском проливе и низовьях р. Дон. Выполнена оценка статических и динамических параметров популяции. Получены оценки параметров модели роста Берталанфи:  $L_{inf} = 32,0$  см,  $K = 0,31$ ,  $t_0 = -2,09$ . На основе параметров модели роста выполнена оценка коэффициента мгновенной естественной смертности,  $M_{1-7} = 0,43$  и  $M_{2-7} = 0,40$ . Получены оценки возрастной и массовой структуры промыслового изъятия в исследуемый период. На основании анализа промыслово-биологических данных, привлечения результатов учётных съёмок и продукционного моделирования, состояние донского запаса черноморско-азовской проходной сельди характеризуется сокращением биомассы запаса при стабильности вылова и его структуры.

*Ключевые слова:* сельдь, Чёрное море, Азовское море, р. Дон, параметры популяции, возрастная структура, темпы роста.

### ВВЕДЕНИЕ

Черноморско-азовская проходная сельдь *Alosa immaculata* (Bennet, 1835) является стайной рыбой, продолжительность жизни которой по различным оценкам составляет от 7 до 10 лет. Основным местом зимовки сельди является Чёрное море. По нашим наблюдениям, в теплые зимы, сельдь частично остается на зимовку и в Керченском проливе. В III декаде февраля – I декаде марта, при достижении температуры воды 3–4°C, сельдь начинает продолжительную миграцию через Керченский пролив в Азовское море и р. Дон (Васильева, Лужняк, 2013; Козоброд, Пятинский, 2021).

Половой зрелости сельдь достигает в возрасте 2–5 лет. Большинство особей,

не достигших половой зрелости, остаются на лето в Чёрном море, половозрелые – идут на нерест в р. Дон (Васильева, Лужняк, 2013; Яковлев, 1995). Заход на нерест в р. Дон начинается при температуре 8°C (I–II декада апреля), а сам нерест – при температуре 14–17°C (Чередников и др., 2020). У черноморско-азовской проходной сельди порционный тип икрометания. Самки часто начинают скатываться из р. Дон в Таганрогский залив, не завершив икрометание последних порций (Васильева, Лужняк, 2013; Могильченко, 1980). После зарегулирования стока р. Дон наблюдается неполное выметывание икры из-за сократившейся протяжённости нерестового ареала. Полупелагическая икра подхватывается течением и распределяется по

всей водной толще. Для эффективного нереста необходимы скорости течения реки равные 0,3–0,5 м/с (Чередников и др., 2020). При более низких скоростях течения икра сельди опускается на дно, деформируется и погибает (Кузнецова, Федоров, 2019). Отнерестившаяся сельдь в конце июня – начале июля скатывается в Таганрогский залив, где нагуливается всё лето. Осенью, с конца сентября по декабрь, сельдь уходит на зимовку в Чёрное море (Васильева, Лужняк, 2013). Массовая миграция сельди приурочивается к выходу хамсы из Азовского моря. Сначала выходит мелкая и тощая сельдь, затем – крупная и упитанная (Васильева, Лужняк, 2013; Бондарев, Самотой, 2015).

Максимальная длина сельди (*FL*) может достигать 43 см (Васильева, Лужняк, 2013; Троицкий, 1973). На первом году жизни у сельди быстрые темпы роста: с момента выклева до конца лета может достигнуть 13 см с массой от 18 до 34 г. (Старцев, 2014; Чередников и др., 2019). В уловах траловых орудий лова длина и масса сельди обычно варьирует от 6 до 29 см и от 6 до 202 г, соответственно. Средняя длина и масса сельди, с учётом молоди, составляют 15,8 см и 56,8 г (Чередников и др., 2019). По результатам траловой съёмки 2021 г. средняя длина рыб промысловой части популяции сельди в осенний период составила 19,39 см, масса – 71,63 г, а непромысловой части популяции – 10,52 см и 10,73 г (Козоброд, 2021 (Вестник)).

В современный период половой состав сельди значительно изменился. В 1930–1940 гг., до зарегулирования р. Дон Цимлянской плотиной, самцы составляли 2/3 от численности популяции (Старцев, 2014; Козоброд, 2021 (Альманах)). В период 2000–2014 гг., по материалам А.В. Старцева, доля самцов соста-

вила 51–57%. По данным мониторинга промысла в р. Дон за период 2015–2020 гг. доля самок в среднем составляет 60% нерестовой популяции (Козоброд, 2021 (Альманах)).

Согласно Правилам рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, в Азовском море, специализированный промысел сельди осуществляется на местах её нерестовой и зимовальной миграций: в Керченском проливе, включая Таманский и Динской заливы, – с октября по май ставными неводами и ставными одностенными сетями, с октября по март – закидными неводами; в р. Дон – с 20 апреля по май закидными неводами. Промысловый размер черноморско-азовских сельдей правилами рыболовства установлен в 15 см (стандартная длина *SL*), а прилов сельди меньшей длины разрешен до 8% по счёту от общего улова рыбы ставными одностенными сетями, ставными и закидными неводами.

В период до зарегулирования стока р. Дон (1940–1952 гг.) уловы сельди составляли в среднем 1,7 тыс. т. После строительства Цимлянской плотины (1952–1956 гг.) они сократились до 0,5 тыс. т. В этот период отмечено резкое падение запаса сельди, что обуславливалось не только строительством плотины, но и большим выловом молоди сельди хамсово-тюлечными ставными неводами. В 1957 г. на них был введен запрет, благодаря которому в период с 1957 по 1975 гг. запас сельди значительно увеличился, а вылов составил 1,5 тыс. т (Сиротенко, 1973).

В 1980–1990-х гг. отмечено сокращение промыслового запаса сельди и её уловов. Одной из причин этого являлось аномальное снижение температуры Азовского моря в первой декаде ноября 1993 г., которое привело к гибели значительной части популяции донской

сельди, не успевшей мигрировать на зимовку в Чёрное море. В 1994 г. из-за катастрофически понизившегося запаса сельди был введен запрет на её вылов. Всего за историю промысла сельди было два запрета на промысел: 1994–1996 гг. и 1998–2004 гг. (Козоброд, Пятинский, 2021). После получения положительных результатов научно-промыслового лова в 2005 г., по которым со следующего года был возобновлён промысел черноморско-азовской сельди, происходило наращивание темпов её промыслового изъятия: с 2,40 т в 2004 г. до 284,85 т в 2018 г. В 2019–2021 гг. отмечено незначительное снижение официального вылова сельди.

Помимо официального промысла черноморско-азовской проходной сельди, существует и её ННН-промысел, объёмы вылова которого могут превышать легальный вылов. Так, в 2011 г. неучтённый украинский вылов сельди в Керченском проливе вдвое превышал отображённый в официальной статистике Украины (Шляхов, Мирющенко, 2012).

Промысловый запас сельди зависит от ряда факторов, таких как: условия зимовки, температурный режим, объём весеннего стока р. Дон, солёность на местах нагула молоди, скорости течения во время нереста, кормовая база, промысловая нагрузка (Кузнецова, Федоров, 2019). В современный период наибольшее влияние на популяцию сельди оказывает увеличение солёности Азовского моря и Таганрогского залива. Взрослая сельдь эвригалинна, но для молоди благоприятная солёность составляет 3–7‰ (Чередников и др., 2020). В Таганрогском заливе солёность воды достигает 9‰, что существенно сокращает ареал наиболее продуктивного нагула молоди сельди. Сеголетки почти не выходят в открытую часть моря, предпочитая на-

гуливаться в прибрежной зоне и дельте р. Дон.

Основной целью данной работы является оценка популяционных характеристик, исследование возрастной и массовой структуры промысловых уловов, а также состояния донского запаса черноморско-азовской проходной сельди в период 2004–2020 гг.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалы для данной работы собраны в ходе мониторинга промысла в период 2004–2020 гг. в течение всего промыслового сезона, преимущественно с октября по март. Биологическая информация собрана в Керченском проливе и низовьях р. Дон во время нерестового хода и зимовальной миграции. Сбор промыслово-биологической информации в период 2004–2014 гг. проводился из уловов ставных и закидных неводов, а также из одностенных ставных сетей, в период 2015–2020 г. чаще из уловов одностенных ставных сетей и хамсово-тюлечных ставных неводов, реже – при помощи ставридо-барабулечных ставных неводов.

В ходе биологического анализа определялась длина по Смиуту ( $FL$ ), возраст по чешуе (Правдин, 1966). На основе измерений размерных характеристик особей составлялись вариационные ряды по длине и средней навеске особей. Вариационный ряд по длине выполнен по методике И.Ф. Правдина (1966). В ходе определения возраста записывались индивидуальные параметры длины и массы ( $w$ ) особей. При обобщении материалов по возрастному составу учитывалось, что в уловах рыбы в возрасте 6 лет и старше встречались редко, были представлены единично и промыслового значения практически не имели. Поэтому все они включались в возрастную группу «6+».

Методически, в данной работе производилась оценка статических и динамических параметров популяции и промысла (Шибяев, 2014). В качестве статических параметров выполнялась оценка возрастной структуры промыслового изъятия, средних значений массы особей (далее – навески) по возрастным классам. В качестве динамических параметров популяции выполнялась оценка темпов роста, естественной смертности.

Для определения темпов индивидуального роста сельди использовались данные прямых возрастных и размерных определений в зимне-весенний период с 2016 по 2018 гг. Данные группировались по признаку возраста, вычислялось среднее значение длины в каждом возрастном классе. На основе сгруппированных данных выполнено построение модели роста Берталанфи (Von Bertalanffy, 1938, 1964) в среде R (Ogle, 2013, 2016). Моделирование выполнено в 3 последовательных шага: 1) оценка стартовых параметров уравнения способом Ford-Walford; 2) регрессионная подгонка модели методом наименьших квадратов; 3) апостериорная стохастическая процедура бутстрепа на основе регрессионной модели и её остатков от подгонки шага 2. На этапе регрессионной подгонки модели выполнялась диагностика значимости подгонки модели, диагностика остатков (Royston, 1982; Chambers, Hastie, 1992).

На основе полученных оценок параметров модели роста Берталанфи  $L_{inf}$ ,  $K$ ,  $t_0$  выполнен расчёт коэффициентов естественной смертности  $M$  (Beverton, Holt, 1959; Pauly, 1980) для возрастных классов 1–7, по методам Gislason (Gislason et al., 2010) и Charnov (Charnov et al., 2013), предложенным для морских рыб.

Для выяснения структуры промыслового изъятия и конвертации размерной структуры в возрастную использо-

вали ежегодно составляемые размерно-возрастные ключи (Мельникова, 2012). Наиболее представительный размерно-возрастной ключ 2018 г. был составлен на основе данных индивидуальных промеров длины и определения возраста 478 особей (табл. 1).

Для количественной характеристики состояния донской популяции сельди в период 2004–2020 гг. приведены оценки биомассы промыслового запаса, выполненные методом площадей по данным учётных съёмов (Аксютин, 1968) и результаты продукционного моделирования при помощи программного комплекса JABBA, (Козоброд, Пятницкий, 2022).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для донской популяции черноморско-азовской проходной сельди отсутствуют ранее опубликованные результаты оценок параметров уравнения Берталанфи. Результаты построения модели роста Берталанфи представлены на рисунке 1 и в таблице 2. Заметим, что полученная нами оценка параметров уравнения роста методом Ford-Walford почти совпала с соответствующей методической оценкой из годового отчета ЮгНИРО на материалах 2012 г. по Керченскому проливу:  $L_{inf} = 299$  мм,  $K = 0,43$  и  $t_0 = -1,40$  (Шляхов и др., 2012).

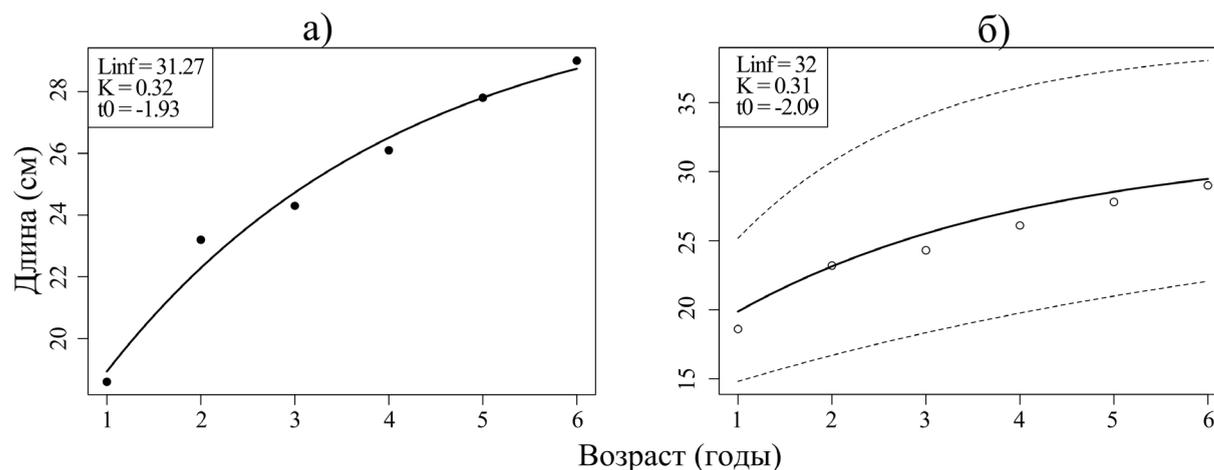
Оценка влияния «случайности» (p-value t-test) на надежность полученных нами оценок  $L_{inf}$ ,  $K$  и  $t_0$  характеризуется вероятностными значениями 0,001, 0,08 и 0,11 соответственно. Надежность подгонки коэффициентов  $K$ ,  $t_0$  имела умеренные отклонения на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Диагностика остатков подгонки модели не свидетельствовала об отклонении от нормального закона распределения (Shapiro-Wilk test  $p\text{-value} = 0,17$ ).

Для более надёжного описания зависимости длина-возраст, оценки до-

**Таблица 1.** Размерно-возрастной ключ донской популяции черноморско-азовской проходной сельди по данным 2018 г.

Размерный класс (FL), см	Возрастной класс					
	1	2	3	4	5	6+
15,1–16,0	1	0	0	0	0	0
16,1–17,0	1	0	0	0	0	0
17,1–18,0	1	0	0	0	0	0
18,1–19,0	0,810	0,190	0	0	0	0
19,1–20,0	0,654	0,346	0	0	0	0
20,1–21,0	0,286	0,643	0,071	0	0	0
21,1–22,0	0,167	0,722	0,111	0	0	0
22,1–23,0	0	0,714	0,286	0	0	0
23,1–24,0	0	0,403	0,532	0,065	0	0
24,1–25,0	0	0,019	0,880	0,102	0	0
25,1–26,0	0	0,010	0,663	0,327	0	0
26,1–27,0	0	0	0,132	0,792	0,075	0
27,1–28,0	0	0	0	0,679	0,321	0
28,1–29,0	0	0	0	0	0,700	0,300
29,1–30,0	0	0	0	0	0,300	0,700
30,1 и более	0	0	0	0	0	1

**Примечание.** Значения в ячейках – распределение рыб по возрастным группам в классах длины в долях от 1.



**Рис. 1.** Модель роста Бергаланфи для черноморско-азовской популяции сельди по данным 2016–2018 гг. а) регрессионная модель; б) стохастическая бутстреппированная модель.

верительных интервалов и устранения влияния фактора неточности возрастных определений, полученные регрессионные оценки были подвергнуты процедуре бутстрепа. Бутстреп несколько снизил долю ошибки при параметрах  $K$ ,  $t_0$  и незначительно увеличил долю стандартной ошибки  $L_{inf}$ . Доверительные интервалы параметров оказались умеренно широкими, они дают репрезентативное представление о возможной изменчивости параметров.

Опубликованные оценки параметров уравнения Берталанфи для дунайской популяции проходной черноморско-азовской сельди (Yankova, 2014; Tiganov et. al., 2018; Balik, 2019) показывают довольно высокую степень вариативности параметров роста сельди (табл. 3).

Особенно высока степень разброса минимальных и максимальных оценок параметра  $K$ , характеризуемая от-

ношениями  $K_{min}/K_{max} = 0,55$  и  $K_{max}/K_{min} = 1,81$ . По этому параметру наибольшее сходство с нашими оценками для донской популяции (Кдон) отмечается в оценках для дунайской популяции сельди из работ болгарских исследователей (Prodanov, Kolarov, 1983; Yankova, 2014) – отклонение составляет всего 15%.

Что касается таких же сопоставлений оценок параметра  $L_{inf}$ , то все они указывают на меньшую максимальную теоретическую длину донской популяции по сравнению с дунайской с учётом различных способов измерения длины рыбы. Однако все приведённые в таблице 3 оценки  $K$  и  $L_{inf}$  (принимая во внимание различия между  $SL$ ,  $TL$  и  $FL$ ), попадают в соответствующие доверительные интервалы параметров длины и роста донской популяции. Это позволяет сделать предварительный вывод об отсутствии значимых различий в темпах

**Таблица 2.** Результаты оценки параметров уравнения модели роста Берталанфи для донской популяции черноморско-азовской проходной сельди по данным 2018 г.

Параметр	Предварительные Ford-Walford	Регрессия МНК		Бутстрепированная регрессия		
	Оценка	Оценка	Стд. ошибка	Оценка	Стд. ошибка	Дов. интервал $p = 0,95$
$L_{inf}$	29,9	31,2	2,4	32,0	2,67	29,1 – 39,2
$K$	0,43	0,31	0,12	0,31	0,09	0,14 – 0,50
$t_0$	-1,25	-1,93	0,88	-2,09	0,75	-4,0 – -1,03

**Таблица 3.** Оценки параметров модели роста Берталанфи для дунайской популяции проходной черноморско-азовской сельди

Публикации	Метод измерения длины	Оцененные параметры		
		$L_{inf}$	$K$	$t_0$
Prodanov, Kolarov, 1983	TL	40,43	0,27	-0,22
Rozdina et.al., 2013	SL	35,75	0,49	-0,34
Yankova, 2014	TL	39,82	0,27	-0,41
Tiganov et.al., 2018	TL	41,5	0,38	-0,35
Balik, 2019	TL	43,05	0,43	-0,45

**Таблица 4.** Оценки коэффициентов мгновенной естественной смертности ( $M$ ) методами Charnov и Gislason на основе параметров модели роста Бергланди донской популяции проходной черноморско-азовской сельди

Авторы метода	Годовые классы, лет								
	1	2	3	4	5	6	7	Средн. 1–7	Средн. 2–7
Charnov	0,65	0,51	0,44	0,40	0,37	0,35	0,34	0,43	0,40
Gislason	0,66	0,51	0,44	0,39	0,36	0,34	0,33		

роста между дунайской и донской популяциями сельди.

Структурированные оценки естественной смертности по возрастным когортам не представлены в публикациях как для дунайской, так и для донской популяций сельди. По результатам оценки параметров роста донской сельди (табл. 2), двумя методами выполнен расчёт коэффициентов мгновенной естественной смертности (табл. 4).

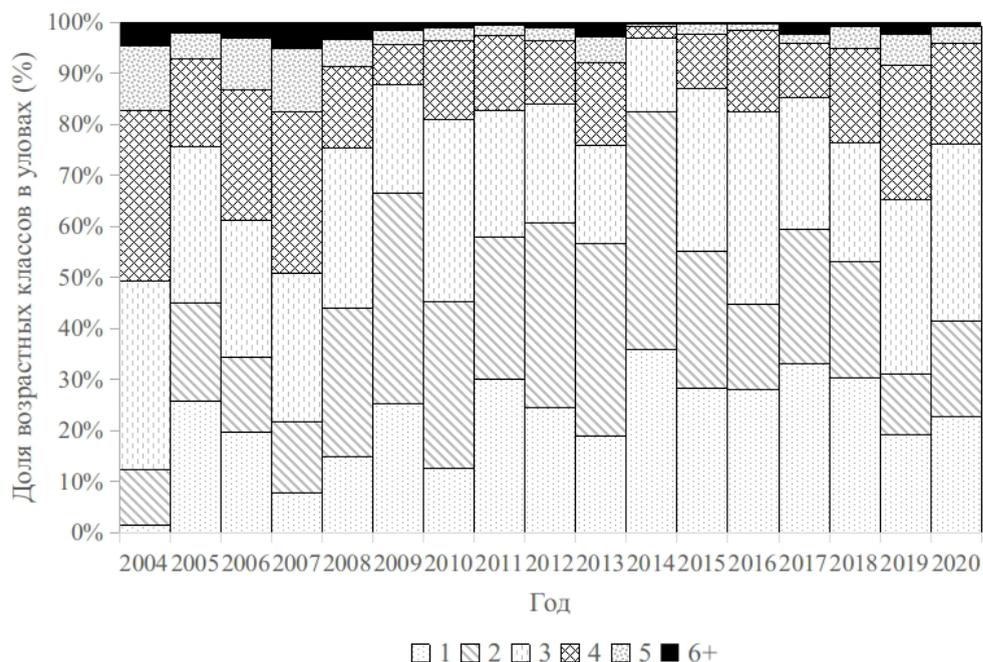
Донская популяция проходной сельди начинает достигать половозрелости с двухлетнего возраста при стандартной длине не менее 20 см (приблизительно соответствует  $FL$  22 см), а Правилами рыболовства установлен промысловый размер 15 см ( $SL$ ) и допускается прилов более мелких рыб. Если обратиться к представленному на рисунке 1 размерно-возрастному ключу, нетрудно заметить, что сельдь длиной  $FL$  до 20 см (приблизительно соответствует 18 см  $SL$ ) представлена преимущественно годовиками. Поэтому, при промысле, часть вылова донской популяции сельди приходится на неполовозрелых годовиков, и промысловый её запас формируют особи в возрасте 1 года и старше, а нерестовый запас – с возраста двух лет. Поэтому усредненные по возрастам 1–7 лет значения  $M$  из таблицы 4 относятся к промысловому запасу, а по возрастам 2–7 лет – к нерестовому запасу.

Сопоставление усредненных по всем возрастам значения  $M$ , относящи-

ся к промысловой части запаса, в иностранных публикациях свидетельствует о 30% расхождении нашей оценки с румынской оценкой  $M = 0,59$  (Ibănescu et.al., 2017) и о ещё большем расхождении (46%) с турецкой оценкой  $M = 0,75$  (Balik, 2019). В какой-то степени существенное расхождение с турецкой оценкой можно объяснить тем, что на местах зимовки у азиатского побережья Чёрного моря в большей степени, предположительно, облавливаются младшие возрастные группы дунайской популяции сельди (Шляхов, Крискевич, 2009), вносящие заметный вклад в формирование результирующей оценки естественной смертности в сторону её повышения.

Оценки возрастного состава сетных уловов сельди в 2004 г. при научном лове и промыслового изъятия в 2005–2020 гг., полученные путём преобразования вариационных рядов длины в возрастную структуру при помощи размерно-возрастных ключей, представлены на рисунке 2.

Возрастная структура промыслового изъятия демонстрирует относительную стабильность за весь рассматриваемый период с некоторыми изменениями во времени, чаще связанными с вариациями в отборе проб из различных орудий лова. Наибольшую долю в промысловых уловах занимали особи в возрасте от 1 до 4-х лет, в сумме составлявшие от 82 до 99%. Не принимая во внимание 2004 г., доля двух первых годовых классов варьировала от 22 до 82%.



**Рис. 2.** Возрастная структура уловов черноморско-азовской сельди при проведении научно-исследовательского лова сетями в 2004 г. и её промыслового изъятия всеми разрешёнными орудиями лова в Керченском проливе и низовьях р. Дон в 2005–2020 гг.

Доля старших возрастных групп (5, 6+) составляла от 0,8 до 17,5%. Самая стабильная доля вылова отмечена для 3-х летних особей, составлявшая 17–35, в среднем 28%, и эта возрастная группа являлась преобладающей в структуре вылова.

Наиболее выраженные структурные изменения промыслового изъятия сельди отмечены для 2014 г., в котором по ряду организационных причин, связанных с вхождением Республики Крым в состав Российской Федерации, сбор материалов по сельди из промысловых уловов сетями в Керченском проливе не производился. В данном году все промыслово-биологические данные относятся исключительно к уловам закидных сетей в низовьях р. Дон.

В период с 2005 по 2014 гг. в промысловых уловах отмечался небольшой рост доли младших возрастных групп (1–2-х летних рыб) и незначительное уменьшение доли старших возрастных

классов. В период с 2014 по 2020 гг. в уловах отмечается плавное сокращение доли 2-х летних и незначительное увеличение доли 4–5-ти летних особей. В целом рассматриваемый период не характеризуется наличием в возрастной структуре промыслового изъятия сельди значимых признаков снижения уровня воспроизводства или же перелома.

Динамика средних навесок донской популяции проходной сельди по возрастным классам в уловах 2004–2020 гг. представлена на рисунке 3.

В 2004–2020 гг. средние навески возрастных групп не имели ярко выраженных изменений по годам за весь этот период. Отмечается лишь незначительное увеличение в 2007–2008 и 2019 гг. средней навески плюс группы (6+) за счёт присутствия в ней 8-летних рыб, а также незначительное уменьшение в 2010–2011 гг. средних навесок во всех возрастных группах. Представленная на рисунке весовая структура вылова

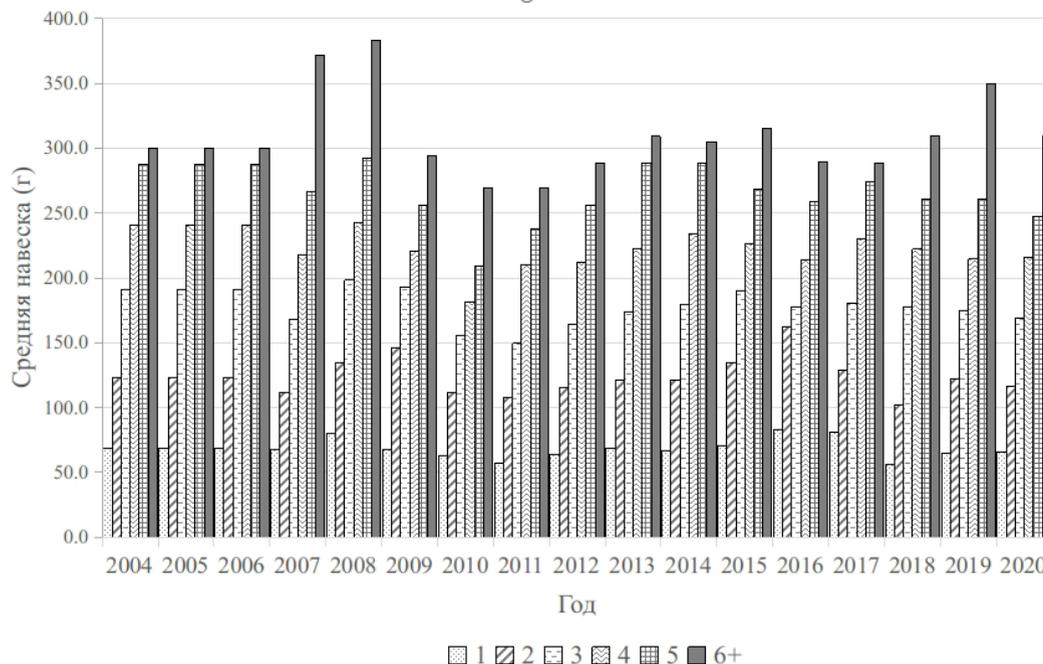
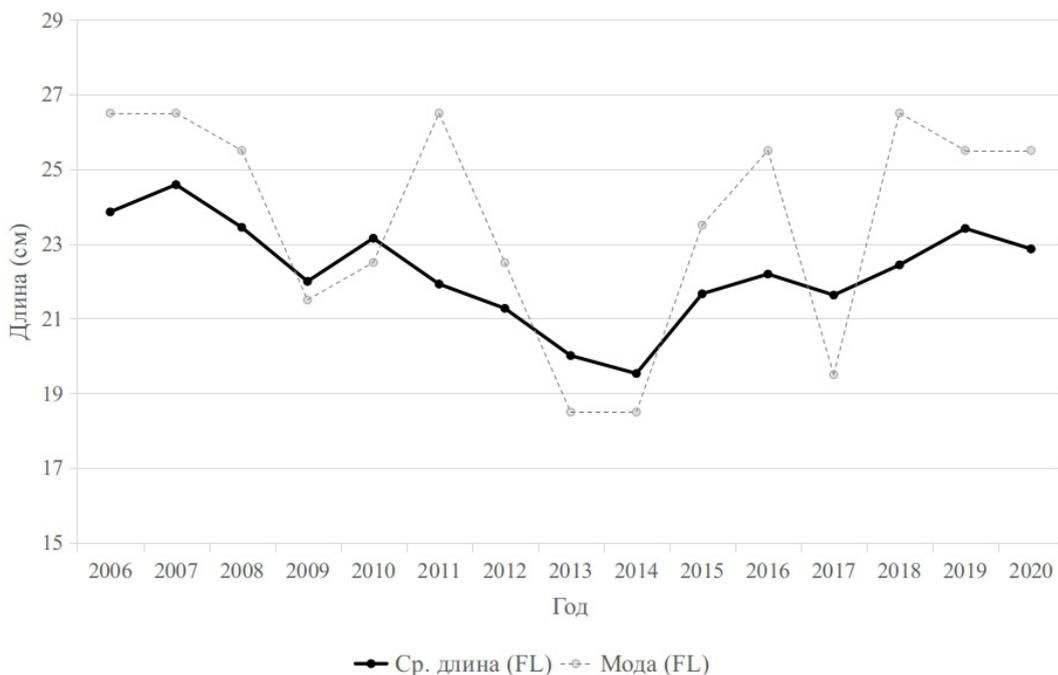


Рис. 3. Средняя навеска по возрастным классам донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в 2004–2020 гг.

косвенно свидетельствует о стабильном состоянии в рассматриваемый период промысловой популяции сельди без признаков ухудшения качественных характеристик.

Многолетняя динамика изменения средних и модальных размерных характеристик сельди в сетных уловах в период 2004–2020 гг. представлена на рисунке 4. Период 2004–2012 гг. характеризуется умеренным снижением средней промысловой длины с 25,6 до 21,3 см. В последующие 2013–2014 гг., отмечались экстремально низкие размерные показатели средних длин в уловах – 19,5–20,0 см, однако, такое снижение размерных характеристик, по всей видимости, было обусловлено административными изменениями в местах основного промысла сельди в Керченском проливе по причине переходного периода Республики Крым (вхождение в состав России). В последующий период 2015–2020 гг., наблюдались устойчивые характеристики средних промысловых длин в уловах, в пределах 21,5–23,4 см.

Отдельного внимания заслуживает изменение модального размерного класса в промысловых уловах. Практически за весь период исследования модальный класс в уловах был всегда больше, чем средняя длина. Такая ситуация говорит о том, что стандарт распределения размерных характеристик имеет ярко выраженную асимметрию в сторону мелко-размерных особей по причине резкого сокращения доли крупноразмерных особей. В период 2004–2008 гг. в уловах доминировали особи модальных классов 24,1–25,0 и 25,1–26,0 см. Период 2009–2012 гг. характеризовался частыми изменениями модального класса в уловах. В период 2013–2014 гг., аналогично средним размерным характеристикам, отмечались минимальные модальные характеристики структуры промысловых уловов – 18,1–19,0 см. Последующий период 2015–2020 гг., за исключением 2017 г., характеризовался увеличением модальных параметров структуры промыслового изъятия с 23,1–24,0 см до 25,1–26,0 см.



**Рис. 4.** Средняя и модальная длина (FL) черноморско-азовской сельди в сетных уловах в период 2004–2020 гг.

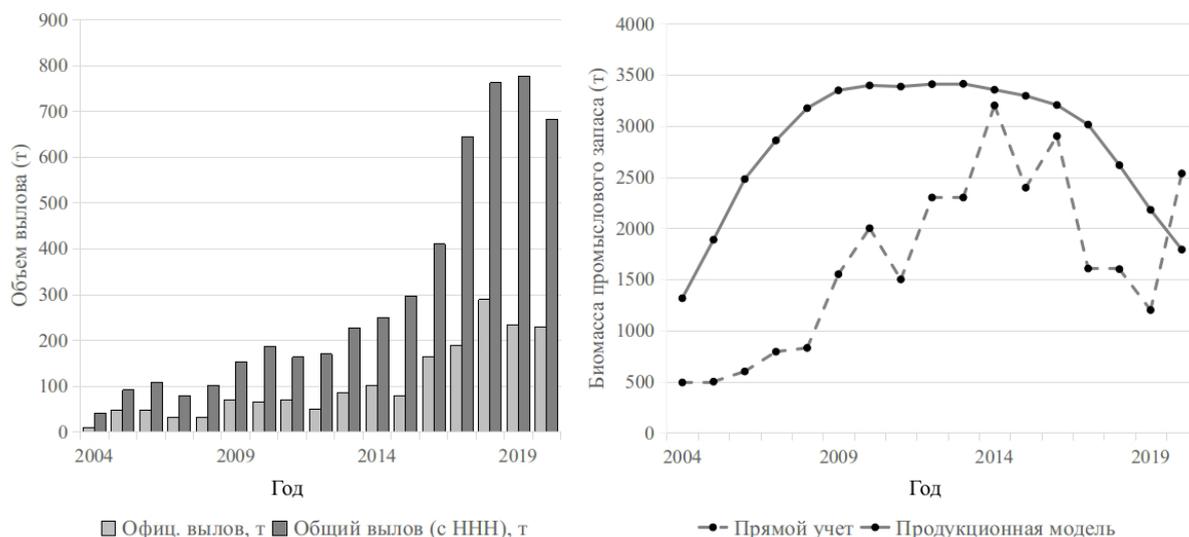
В последние 2018–2020 гг., рассматриваемого периода, средние и модальные длины промысловых уловов характеризуются стабильным состоянием. Средняя и модальная длина в последние годы не имеет значимых отличий от периода начала промысла сельди в 2005 г. после запрета.

Для количественной характеристики состояния донской популяции черноморско-азовской сельди, на рисунке 5 представлена многолетняя статистика её регистрируемого вылова, оценочный вылов, с включением объёмов НН-добычи и обобщённые оценки динамики промыслового запаса 2004–2020 гг. (Козоброд и др., 2022).

Представленные на рисунке показатели вылова и запаса сельди свидетельствуют об их разной направленности в 2016–2020 гг. Такое состояние системы запас-промысел характерно для перелавливаемых запасов, и оно обычно сопровождается снижением в уловах доли рыб старших возрастных групп. Сокра-

щение запасов может происходить и в отсутствии перелова, например, при неблагоприятных для популяции климатических изменениях, вызывающих снижение темпов весового роста (снижение средних навесок по возрастам) как это происходит в условиях глобального потепления с запасом черноморского шпрота (Пятинский и др., 2021).

Начиная с 1996 г. регулирование промысла донской сельди в Азовском море и р. Дон осуществляется в соответствии с объёмами добычи для России и Украины, согласованными на ежегодных сессиях Российско-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море (далее – РУК). Доля распределённого РУК объёма добычи сельди для Российской Федерации от общего объёма в Азовском море изменялась от 40% (на 2002 и 2003 гг.) до 100% (на 2016 и 2017 гг.) Согласованные РУК оценки величины промыслового запаса сельди черноморско-азовской проходной, российские объёмы рекомендованного



**Рис. 5.** Динамика годового вылова (официального и с учётом ННН-промысла) и биомассы промыслового запаса донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в 2004–2020 гг.: а) – вылов; б) – биомасса запаса.

**Таблица 5.** Биомасса промыслового запаса сельди черноморско-азовской проходной, рекомендованный вылов Российской Федерации и доля его освоения в 2015–2020 гг.

Год	Запас, т	РВ, т	Освоение РВ, %
2015	2700	471	17,0
2016	2900	716	20,4
2017	1606	398	29,3
2018	1600	315	67,7
2019	1200	251	67,8
2020	2535	503	45,3

вылова в целях промышленного и/или прибрежного рыболовства (далее – РВ) и доли их освоения представлены в таблице 5.

В более ранних своих работах (Козоброд и др., 2021; Козоброд и др., 2022) соавторы данной статьи отметили, что для оценки запаса сельди следует использовать методы математического моделирования, рекомендованные центральным институтом ВНИРО, а для определения объёмов и степени эксплуатации – руководствоваться принципами предосторожного и экосистемного подходов и концепцией максимального

устойчивого улова (MSY). В ходе моделирования в работах соавторов отмечается высокий уровень ННН-промысла (рис. 5а), и его негативное влияние на состояние популяции за весь период исследования. В работе (Козоброд и др., 2022) отмечено, что приемлемый уровень эксплуатации сельди в последующий период (после 2021 г.) не должен превышать 450 т с учетом ННН-промысла, без противодействия которому официальный вылов не должен превышать 150–200 т.

Выполненные выше результаты исследования возрастной и весовой струк-

туры уловов донской популяции сельди в 2004–2020 гг. указывают на её относительную стабильность. Более того, в 2016–2020 гг. наблюдался слабый положительный тренд доли старших возрастных групп (5 и 6+ лет).

Учитывая выполненный анализ, следует отметить нестандартность характеристики текущего состояния донского запаса сельди – сокращение биомассы запаса при стабильности вылова и его структуры.

Причины некоторого несоответствия оценок состояния донской популяции черноморско-азовской проходной сельди в 2004–2020 гг. по данным учётных траловых съёмок и продукционного моделирования с результатами анализа структуры уловов этой рыбы в 2004–2020 гг. предстоит выяснить в ходе дальнейших исследований. Очевидно, что для их успешности, в первую очередь, необходим более строгий подход к получению репрезентативных первичных материалов, используемых и при оценивании биомассы запаса, и в анализе структуры промысловых уловов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы впервые получены оценки параметров донской популяции черноморско-азовской проходной сельди. Параметры модели роста Бергаланфи:  $L_{inf} = 32$ ,  $K = 0,31$ ,  $t_0 = -2,09$ . Коэффициент мгновенной естественной смертности: для промыслового запаса (1–7 лет)  $M = 0,43$  и для нерестового запаса  $M = 0,40$ . Полученные характеристики параметров роста и естественной смертности свидетельствуют в пользу отсутствия значимых различий при сравнении с дунайской популяцией черноморско-азовской проходной сельди.

В последние годы (2016–2020 гг.), состояние донского запаса черноморско-азовской проходной сельди характеризу-

ется сокращением биомассы запаса при стабильности вылова и его структуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях // Пищевая промышленность, 1968. 289 с.

Бондарев В.А., Самотой Ю.В. Миграции и внутривидовая дифференциация проходной черноморско-азовской сельди *Alosa pontica* (Eichvald) у юго-западного побережья Крыма // Pontus Euxinus 2015. 2015. С. 30–31.

Васильева Е.Д., Лужняк В.А. Рыбы бассейна Азовского моря. // Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южный научный центр Российской академии наук, 2013. 223 с.

Козоброд И.Д. Морфометрические параметры черноморско-азовской проходной сельди в Азовском море в 2020 г. // Вестник научных конференций. 2021. № 1–2 (65). С. 73–75.

Козоброд И.Д. Изменения в нерестовой части популяции черноморско-азовской проходной сельди *Alosa immaculate* (Bennett, 1835) в условиях зарегулированного стока р. Дон // Научный альманах. 2021. № 1–2(75). С. 108–111.

Козоброд И.Д., Пятинский М.М. Предварительные результаты моделирования динамики запаса сельди в Азово-Черноморском бассейне при недостатке информации (2007–2020 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. Серия: системный анализ и моделирование экономических и экологических систем / Экология. 2021. Т. 1. № 6. С. 34–39.

Козоброд И.Д., Пятинский М.М., Рыбаков И.В. Моделирование запаса черноморско-азовской проходной сельди в условиях низкой информационной обеспеченности (2004–2020 годы) // Рыбн. хозяйство. 2022. № 1. С. 55–63.

Кузнецова, И.Д., Федоров Ю.А. Роль некоторых факторов в формировании потомства

черноморско-азовской проходной сельди // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019. № 1. С. 55–59.

Мельникова Е. Определение возраста промысловых видов рыб // Lambert Academic Publishing, 2012. 56 с.

Могильченко В.И. Биология и состояние запасов сельди Нижнего Дона // Киев: Наук. думка, 1980. 132 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) // Ленинградский государственный университет, 1966. 268 с.

Пятинский М.М., Кривогуз Д.О., Шляхов В.А., Боровская Р.В. Предварительные результаты исследования влияния эффекта многолетнего потепления на качественные характеристики уловов шпрота в российских водах Чёрного моря (1951–2019 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2021. Выпуск 6. С. 150–154.

Сиротенко М.Д. Колебания численности и биологические основы рационального использования азово-донских сельдей // Тр. Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). 1973. Т. ХСІ. С. 143–150.

Старцев А.В. и др. Биологическая характеристика черноморско-азовской проходной сельди (*Alosa immaculata bennett*, 1835) в восточной части Таганрогского залива // Материалы опубликованы с максимальным сохранением авторской редакции, 2014. с. 135.

Троицкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. Ростиздат, 1973. 192 с.

Чередников С.Ю., Живоглядов А.А., Жердев Н.А. и др. Современное состояние запасов и их прогноз на два года вперёд для проходных и полупроходных видов рыб бассейна Азовского моря // Труды АзНИИРХ. 2019. С. 53–73.

Чередников С.Ю., Власенко Е.С., Жердев Н.А. и др. Лимитирующие факторы абитической среды и биологические особен-

ности важнейших промысловых мигрантов Азовского моря // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 1. С. 27–41.

Шibaев С.В. Промысловая ихтиология // Калининград, 2014. 535 с.

Шляхов В.А., Крискевич Л.В. Состояние запаса и промысла дунайской популяции проходной сельди *Alosa kessleri pontica* (EICHAWALD) // Керчь: ЮГНИРО, 2009. Т. 47. С. 104–109.

Шляхов В.А., Мирющенко И.А. Керченский рынок как индикатор миграций азово-черноморских рыб и местного рыбного промысла // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона, 2012. С. 148–154.

Шляхов В.А., Чащин А.К., Михайлюк А.Н. Прогноз запасів та лімітів вилучення водних біоресурсів у Чорному морі і Керченській протоці на перспективу до 2014 року // Изд. Керчь: ЮГНИРО, доповідь про НДР. Тема 2-Ю, № ГР 0112U003951, 2012. 123 с.

Яковлев В.Н. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей // Справочное пособие. Министерство рыбного хозяйства Украины. ЮГНИРО. Керчь, 1995. 27 с.

Balik İ. Population parameters of the pontic shad, *Alosa immaculata* Bennett, 1835 in the Fatsa coast of the south-eastern Black Sea // Su Ürünleri Dergisi. 2019. V. 36. № 4. P. 319–324.

Beverton R.J. H., Holt S.J. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics // CIBA Foundation colloquia on ageing. 1959. V. 5. P. 142–180.

Chambers, J. M., Hastie, T. J. Statistical Models in S // Wadsworth & Brooks/Cole. 1992. 608 p.

Charnov E.L., Gislason H., Pope J.G. Evolutionary assembly rules for fish life histories // Fish and Fisheries. 2013. V. 14. № 2. P. 213–224.

Gislason H., Daan N., Rice J.C., Pope J.G. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish // Fish and Fisheries. 2010. V. 11. № 2. P. 149–158.

*Ibănescu D. C., Popescu A., Nica A.* Estimation of growth and mortality parameters of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835) in Romanian section of the Danube River // *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*. 2017. V. 67. P. 165–169.

*Ogle D.H.* fishR Vignette – Von Bertalanffy Growth Models // Northland College, 2013. 52 p.

*Ogle D.H.* Introductory fisheries analyses with R. // Chapman and Hall/CRC. 2016. 338 p.

*Pauly D.* On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks // *ICES journal of Marine Science*. 1980. V. 39. № 2. P. 175–192.

*Prodanov K., Kolarov P.* On the problem of the rational exploitation of fish populations. // *Proc., Institute of Fisheries-Varna*. 1983. V. 20. P. 47–70.

*Royston J.P.* Algorithm AS 181: the W test for normality // *Applied Statistics*. 1982. P. 176–180.

*Tiganov G., Nenciu M-I., Danilov C., Nita V.* Estimates of the Population Parameters and Exploitation Rate of Pontic Shad (*Alosa Immaculata* Bennett, 1835) in the Romanian Black Sea Coast // «Agriculture for Life, Life for Agriculture» Conference Proceedings. 2018. P. 162–167.

*Von Bertalanffy L.* A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II) // *Human biology*. 1938. V. 10. № 2. P. 181–213.

*Von Bertalanffy L.* Basic concepts in quantitative biology of metabolism // *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*. 1964. V. 9. № 1–4. P. 5–37.

*Yankova M.* Preliminary estimates of the population parameters of four species in the Bulgarian Black Sea coast // *Internat. Jo. Latest Research in Science and Technology*. 2014. V. 3. № 5. P. 46–52.

**SOME POINTS OF CATCH STRUCTURE  
AND POPULATION PARAMETERS OF THE BLACK-AZOV  
SEA PONTIC SHAD DURING THE PERIOD 2004–2020**

© 2022 y. I.D. Kozobrod, V.A. Shlyakhov, O.V. Shlyakhova, M.M. Piatinskii

*Azov-Black Sea branch of Russian Federal Research Institute  
Fisheries and Oceanography, Rostov-on-Don, 344002*

Long-term data collected in the process of scientific monitoring of commercial fisheries in the Kerch channel of the Black-Azov sea pontic shad in period 2004–2020 was analyzed. Static and dynamic parameters of population was evaluated. Von Bertalanffy growth model parameters estimated:  $L_{inf} = 32,0$  cm,  $K = 0,31$ ,  $t_0 = -2,09$ . Age and weight cohort structure of commercial fisheries in investigation period was estimated. Following results of assessment on fisheries-biological data, including accounting surveys and surplus production modeling results, the Black-Azov sea pontic shad (r. Don) stock status describe by reduction in fisheries biomass with stable catch structure and level.

*Keywords:* pontic shad, Black Sea, Azov Sea, Don River, population parameters, age structure, growth parameters