

3. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). — М.: Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
4. *Чугунова И.И.* Руководство по изучению возраста и роста рыб. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 164 с.
5. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенко. — К., 2006. — 628 с.
6. *Рожкова И.М.* Методика определения минеральных веществ в воде, корме, органах, тканях и экскрементах рыб // Вопросы физиологии и биохимии питания рыб. — М., 1987. — С. 176–182.
7. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм. Затверджений Головрибводоом Мінрибгоспу СРСР, 09.08.90 р., № 12–04–11.
8. *Халько В.В.* К вопросу о физиолого-биохимическом состоянии тюльки *Clupeonella cultriventris* в Рыбинском водохранилище // Вопр. ихтиологии. — 2007. — Т. 47, № 3. — С. 406–417.
9. *Осипов В.В., Кияшко В.И.* Особенности воспроизводства тюльки *Clupeonella cultriventris* при вселении в пресноводные водоемы // Вопр. ихтиологии. — 2006. — Т. 46, № 4. — С. 574–576.
10. ДСТУ 2284-93. Риба жива. Загальні технічні умови. — К., 1993. — 8 с.
11. *Зигель Х., Зигель А.* Некоторые особенности токсичности металлов. — М.: Мир, 1993. — 368 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ КРИВОРОЖСКОЙ ТЭС НА ПРОМЫСЛОВУЮ ИХТИОФАУНУ ПРУДА-ОХЛАДИТЕЛЯ

*Е.В. Федоненко, Н.Б. Есипова, Т.С. Шарамок*

Исследовано гидроэкологическое состояния пруда-охладителя Криворожской ТЭС и морфологические показатели рыб, которые попадают в водозаборные сооружения, проанализированы особенности и последствия влияния на промысловую ихтиофауну пруда-охладителя водозаборных сооружений.

### INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF WATER INTAKE FACILITIES KRIVOROZHSKAYA TTPs FISHING ICHTHYOFAUNA COOLING POND

*E. Fedonenko, N. Esipova, T. Sharamok*

Hydroecological state cooling pond Krivorozhskaya thermal and morphophysiological characteristics of fish that fall into the water intake facilities is investigated, the characteristics and consequences of influence on fishing ichthyofauna cooling pond water intakes is analyzed.

УДК 578.08:597

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА УЛОВОВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫСЛА

**Е.Б. Мельникова**

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского  
Национальной академии наук Украины (ИнБЮМ), г. Севастополь

*Составлен размерно-возрастной ключ, предназначенный для оперативного определения возрастного состава летних уловов черноморского шпрота. Методика его определения очень проста и может быть использована в условиях промысла. Сравнение полученных результатов возрастного состава уловов по размерно-возрастному ключу и на основе анализа отолитов показали удовлетворительное совпадение.*

Определение возраста в отношении многих видов является довольно сложным и трудоемким процессом, требующим значительных временных затрат [1, 2,

3, 4], исчисляемых иногда сутками, и нередко именно по этой причине оценка возрастной структуры промыслового стада в период путины сильно затруднена

и оказывается ретроспективной, т.е. производится с запаздыванием, вследствие чего во многом утрачивает свою информационную ценность как экологического индикатора.

Определение возраста отдельных особей и возрастного состава промысловых скоплений необходимы для определения величины рыбных запасов при исследовании динамики стад, линейного и весового роста, возрастной изменчивости параметров рыб и т. д. [5, 6].

Целью работы была разработка размерно-возрастного ключа для летних уловов черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus* (Risso)), предназначенного для оперативного определения возрастного состава уловов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для составления размерно-возрастного ключа и оценки его достоверности послужили результаты экспериментальных исследований размерно-возрастной структуры летних уловов черноморского шпрота, обитающего на юго-западном шельфе Крыма. С конца мая по август 2010 г. включительно было обработано 10 проб. Из них 3 — из района Южного берега Крыма и 7 — из района м. Лукулл. В результате обработки был определен возраст по отолитам и измерена длина 1045 экз. шпрот. Длину рыб определяли с точностью до 0,1 см. Лов проводили на глубине от 50 до 80 м разноглубинным тралом. Из тралового улова в ходе научно-исследовательского и промышленного лова отбирали случайным образом пробы в количестве около 100–110 экз., которые полностью отражают размерный и возрастной состав улова.

Статистическую обработку данных осуществляли на персональном компьютере IBM PC с использованием пакетов прикладных программ Statistica, Excel и MathCAD.

Методика составления размерно-возрастного ключа, примененного для летних уловов черноморского шпрота, такова.

Вначале для каждой возрастной группы, встречающейся в летних уловах черноморского шпрота (сеголетки, двухлетки и трехлетки), рассчитаем частоту

появления рыб каждого из размерных классов по формуле:

$$p_{ik}^* = \frac{n_{ik}}{N_k}, \quad (1)$$

где  $p_{ik}^*$  — частота появления рыб  $k$ -го возрастного класса  $i$ -й размерной группы;  $n_{ik}$  — количество рыб  $k$ -го возрастного класса  $i$ -й размерной группы;  $N_k$  — количество рыб  $k$ -го возрастного класса.

Результаты исследования возрастного состава, полученные на основе обработки отолитов, и частота появления рыб каждого из размерных классов шпрота летних уловов 2010 г. представлены в табл. 1.

Ступенчатая гистограмма частоты появления сеголеток, двухлеток и трехлеток черноморского шпрота в летнем улове 2010 года изображена на рис. 1.

Из гистограммы и табл. 1 видно, что в пробах преобладали сеголетки — 707 экз., которые составили 67,7% общего количества исследуемых рыб. Количество двухлеток — 258 экз. (24,7%). Трехлеток в пробах было 79 экз. (7,6%). Четырехлетка представлена единичным экземпляром. Количество четырехлеток в обработанных пробах не превышало 0,1% и поэтому при составлении размерно-возрастного ключа не учитывалось.

Обычно при изучении особенностей роста рыб и возрастного состава промысловых стад размерное распределение возрастных классов изображают в табличной форме или в виде гистограммы с дискретным разбиением на разные группы [1, 7]. Однако в реальных условиях размерное распределение рыб внутри одного возрастного класса является не ступенчатым, а непрерывным, что не учтено в известных методиках.

В качестве концептуальной основы предлагаемого метода было принято условие непрерывного нормального размерного распределения рыб внутри каждого возрастного класса. С учетом этого размерный состав для каждой возрастной группы может быть описан плавной кривой нормальной плотности распределения [8]:

$$p(l) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(l-l_{cp})^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

Таблица 1. Размерное распределение представителей разных возрастных классов шпрота в летнем сезоне (V–VIII мес.) 2010 г.

Размерные классы, см	Сеголетки		Двухлетки		Трехлетки		Четырехлетки	
	экз.	отн. ед	экз.	отн. ед	экз.	отн. ед	экз.	отн. ед
4,75±0,25	5	0,007						
5,25±0,25	78	0,110						
5,75±0,25	252	0,356	2	0,008				
6,25±0,25	242	0,342	33	0,128				
6,75±0,25	118	0,167	62	0,240				
7,25±0,25	12	0,017	83	0,322	13	0,165		
7,75±0,25			64	0,248	30	0,380		
8,25±0,25			14	0,054	28	0,354		
8,75±0,25					8	0,101		
9,25±0,25								
9,75±0,25								
10,25±0,25								
10,75±0,25							1	1
Итого	707	1	258	1	79	1	1	1

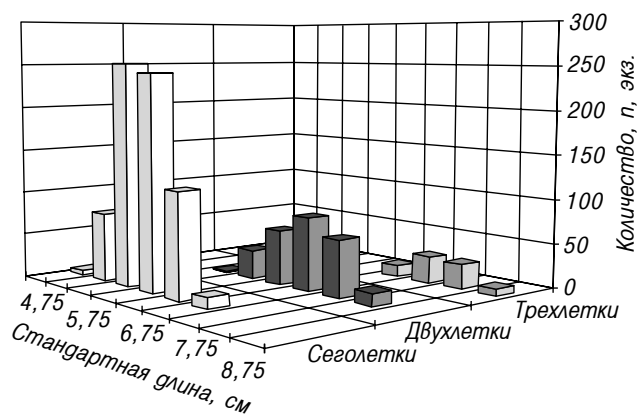


Рис. 1. Размерное и возрастное распределение черноморского шпрота в летних уловах 2010 г.

где  $p(l)$  — вероятность появления рыб длиной  $l$ ;  $l_{cp}$  — средняя длина рыб;  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение размерного распределения.

Для составления размерно-возрастного ключа следует заменить ступенчатую гистограмму (см. рис. 1) распределения размерного состава для каждой возрастной группы плавной кривой нормальной плотности распределения в соответствии с выражением (2), рас-

считав на основе экспериментальных данных для каждого возрастного класса среднюю длину и среднее квадратическое отклонение размерного распределения:

$$l_{cpk} = \sum_{i=1}^n l_i p_{ik}^*, \quad (3)$$

$$\sigma_k = \sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ik}^* (l_i - l_{cpk})^2}, \quad (4)$$

где  $l_{cpk}$  — средняя длина рыб  $k$ -го возрастного класса;  $n$  — количество размерных групп;  $l_i$  — средний размер  $i$ -й размерной группы;  $\sigma_k$  — среднее квадратическое отклонение, рассчитанное для  $k$ -го возрастного класса.

Основные показатели размерного распределения в составе уловов для представителей разных возрастных классов шпрота представлены в табл. 2.

На рис. 2 изображены для сеголеток, двухлеток и трехлеток ступенчатые гистограммы, построенные на основе экспериментальных данных, и плавные кривые размерного распределения, по-

Таблица 2. Размерные показатели возрастных классов шпрота в летних уловах (V–VIII мес.) 2010 г.

Показатель	Сеголетки	Двухлетки	Трехлетки
Средняя стандартная длина $S_l$ , см	6,051	7,169	7,946
Среднее квадратическое отклонение, $\sigma$	0,484	0,561	0,439

строенные в соответствии с выражением (2).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Числовые значения для составления размерно-возрастного ключа, представляющего зависимость относительного содержания рыб разных возрастных клас-

сов встречающихся в уловах, от длины, определяем по плавным кривым плотности размерного распределения или найденным выражениям расчетным путем. Полученные выражения вероятности появления рыб определенной длины для разных возрастных классов (сеголетки, двухлетки, трехлетки) изображены на рис. 2.

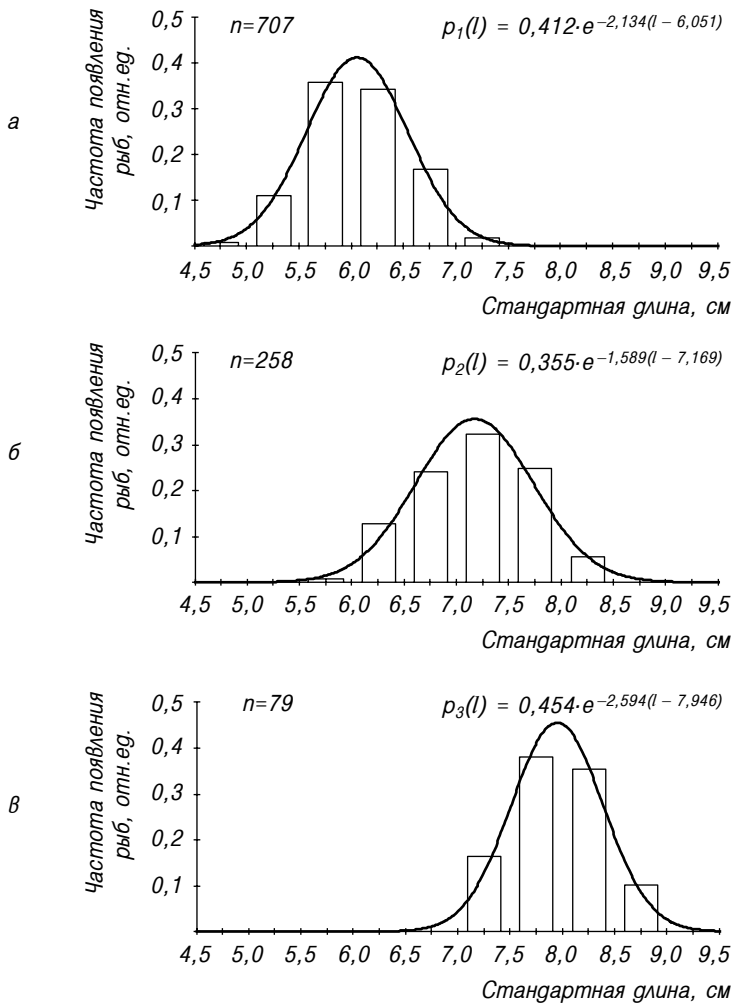


Рис. 2. Плотность нормального распределения для различных возрастных классов черноморского шпрота: а — сеголетки, б — двухлетки, в — трехлетки

Расчет относительного (выраженного в процентах) содержания рыб  $k$ -го возрастного класса среди рыб имеющих некоторую длину  $l$  производим по формуле:

$$W_k(l) = \frac{p_k(l)n_k}{\sum_{k=1}^3 p_k(l)n_k} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $W_k(l)$  — относительное (в процентах) содержание рыб  $k$ -го возрастного класса среди рыб длиной  $l$ ;  $p_k(l)$  — значение плотности размерного распределения рыб  $k$ -го возрастного класса, полученные расчетным путем;  $n_k$  — количество рыб  $k$ -го возрастного класса в экспериментальных данных, используемых для составления размерно-возрастного ключа.

Размерно-возрастной ключ шпрота для летних уловов 2010 г. изображен на рис. 3.

Методика определения возрастного состава с использованием размерно-возрастного ключа очень проста. Предположим, что во взятой для анализа пробе содержится 40 особей шпрота длиной 7,5 см. Воспользовавшись рис. 3, определяем, что среди рыб длиной 7,5 см 77% составляют двухлетки, 20 — трехлетки, 3% — сеголетки. Следовательно, из 40 особей рыб длиной 7,5 см в пробе содержится 31 особь двухлеток, 8 особей трехлеток и 1 особь сеголеток. Аналогично можно определить относительное возрастное распределение для рыб каждой размерной группы.

Для определения степени соответствия возрастного распределения шпрота, рассчитанного с помощью размерно-

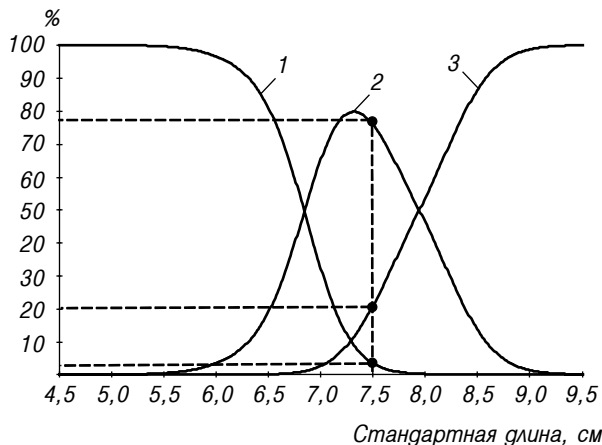


Рис. 3. Размерно-возрастной ключ для летних уловов шпрота: 1 — сеголетки; 2 — двухлетки; 3 — трехлетки

возрастного ключа и экспериментально найденного по отолитам, был использован критерий соответствия Пирсона хи-квадрат. Возрастное распределение сеголеток, двухлеток и трехлеток определено как с помощью разработанного размерно-возрастного ключа, так и по отолитам (табл. 3).

Расчеты критерия соответствия хи-квадрат показали, что относительное распределение возрастных классов, найденное с помощью разработанного размерно-возрастного ключа, вполне удовлетворительно соответствует возрастному распределению, определенному по отолитам. Рассчитанная с помощью критерия соответствия хи-квадрат вероятность совпадения результатов анализа относительного возрастного распределения составила  $P=0,99$ .

Таблица 3. Сравнительные данные по возрастному составу черноморского шпрота в летний период 2010 г.

Показатель	Возрастной состав			Вероятность совпадения результатов
	Сеголетки	Двухлетки	Трехлетки	
	отн. ед			
Эмпирические данные	0,677	0,247	0,076	0,99
Расчет по размерному ключу 2010 г.	0,666	0,261	0,073	

## ВЫВОДЫ

Таким образом, разработанный размерно-возрастной ключ позволяет с высокой точностью определять относительную

численность разных возрастных классов летних уловов шпрота, и может быть использован для оперативного определения возрастного состава на борту промыслового судна.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: Методическое пособие по ихтиологии. — М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. — 125 с.
2. Лукашев Д.В. Метод анализа сезонного роста некоторых пресноводных двустворчатых моллюсков (Unionidae: Bivalvia) // Гидробиол. журн. — 2005. — 41. — № 2. — С. 92–102.
3. Ваганов Е.А. Склеритограммы как метод анализа сезонного роста рыб. — Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1978. — 151 с.
4. Царин С.А. Возраст, рост и некоторые продукционные характеристики *Ceratoscopelus Warmingtonii* (Mystophidae) в тропической зоне Индийского океана // Вопросы ихтиологии. — 1994. — 34. — № 2. — С. 234–242.
5. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации рыбных ресурсов. — М.: Наука, 1965. — 383 с.
6. Яблоков А.В. Популяционная биология. — М.: Высшая школа, 1987. — 303 с.
7. Зуев Г.В., Салехова Л.П., Шевченко Н.Ф. и др. Новый подход к изучению возрастной структуры черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus*: pisces) (Pisces: Clupeidae) // Мор. экол. журн. — 2002. — 1. — Вып. 1. — С. 90–98.
8. Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов. — Минск: Изд-во Белгос-университета, 1961. — 221 с.

## ВИЗНАЧЕННЯ ВІКОВОГО СКЛАДУ УЛОВІВ В УМОВАХ ПРОМИСЛУ

О.Б. Мельнікова

Розроблено розмірно-віковий ключ, призначений для оперативного визначення вікової структури літніх уловів чорноморського шпрота. Методика визначення вікового складу за розмірно-віковим ключем дуже проста і може бути використана в умовах промислу. Порівняння одержаних результатів вікового складу уловів за розмірно-віковим ключем і на основі аналізу отолітів показали задовільний збіг.

## DECISION OF AGE COMPOSITION OF CATCHES IN THE CONDITIONS OF TRADE

E. Melnikova

The size-age key intended for the operative decision of age composition of summer catches of black sea shprota is made. The method of decision of age composition on the size-age key is very simple and it can be used in the conditions of trade. Comparison of the got results of age composition of catches on the size-age key and got on the basis of analysis otolith indexes satisfactory coincidence.