

УДК 597-113.9:639.2

### Реконструкция возрастного состава популяции по улову (краткое сообщение)

А. А. Яржомбек

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва  
E-mail: jarzhambek@yandex.ru

Предпринята реконструкция распределения возрастных групп в популяциях желтопёрой камбалы Сахалина и минтая западной Камчатки на основании возрастных распределений в уловах, полагая, что правый склон колоколообразного распределения отражает среднюю динамику общей смертности. Средний показатель смертности камбалы в возрасте 8–16 лет по данным снюрреводных уловов  $0,275 \pm 0,0247$  в год. Экстраполяция этой зависимости в область младших возрастных групп позволила получить правдоподобное распределение экспоненциального типа. В распределение возрастных групп минтая из траловых уловов была внесена поправка на дифференциальную уловистость трала. Для реконструкции распределения возрастных групп в популяции минтая использовано исправленное распределение. Дефицит младших возрастных групп в уловах камбалы и минтая объясняется разными районами обитания молоди и половозрелых особей.

**Ключевые слова:** желтопёрая камбала *Limanda aspera*, минтай *Theragra chalcogramma*, возрастной ряд.

Возрастные (также как размерные и весовые) ряды рыб из уловов различных орудий лова имеют характерную несимметричную колоколообразную форму. Максимум в этих рядах приходится на некоторую возрастную группу, причём не самую многочисленную в популяции. Это может быть связано как с разной уловистостью орудия для рыб разного размера [Заферман, 1976; Серебров, 2000], так и с отдельным обитанием молоди и половозрелых рыб [Лисовенко, 2000; Яржомбек, Карпенко, 2006; Weinberg et al., 2016].

Некоторые приёмы позволяют восстановить правдоподобную форму распределения возрастных групп в популяции. В результате

естественной и промысловой смертности численность и доля младших возрастных групп больше чем более старших возрастных групп. Распределение возрастных групп в популяции должно приближаться к экспоненциальному, но по ряду причин в уловах, как правило, имеет место дефицит младших возрастных групп [Суханов, 2016]. Это и обуславливает колоколообразную форму распределения. «Правый склон» такого распределения обычно приближается по форме к экспоненте, которую можно экстраполировать в область более молодых возрастов [Яржомбек, Карпенко, 2006]. Использование данных о дифференциальной уловистости орудия лова также в ряде случа-

ев позволяет реконструировать правдоподобное возрастное распределение в популяции. А. Н. Вдовин [2011], используя коэффициенты дифференциальной уловистости трала для керчака-яока, получил распределение, которое он описал зависимостью  $y = 14,25e^{-0,555x}$ , что можно представить в виде  $y = 14,25 \times 0,574^x$  (средняя ежегодная выживаемость 57,4%). Превращение колоколообразного распределения возрастных групп в экспоненциальное после использования коэффициентов уловистости соответствующих возрастных групп указывает на то, что дефицит младших возрастных групп в улове обусловлен именно дифференциальной уловистостью орудия лова. Если использование коэффициентов дифференциальной уловистости не обращает колоколообразное распределение в какую-либо зависимость обратной связи между числом (или долей) возрастных групп от возраста, значит в районе промысла молоди не было.

В данном сообщении приводятся некоторые примеры попыток реконструкции возрастных рядов популяций на основании возрастных рядов уловов желтопёрой камбалы и минтая.

Пример 1. Желтопёрая камбала *Limanda aspera* (Pallas, 1811) восточного Сахалина, северная двухлинейная камбала *Lepidopsetta polyxystra* (Og et Matarese, 2000) из снюрреводных уловов Северных Курил [Золотов, Дубинина, 2012].

Осреднённые за 8 лет данные о возрастном составе снюрреводных уловов в заливе Терпения 2000–2013 гг. [Золотов и др., 2014] показывают (рис. 1), что возрастной ряд имеет характерную колоколообразную форму с максимумом (14–15% особей) в области возрастной группы 6–8 лет. Полагая, что уловы снюрревода адекватно отражают состав рыб в районе промысла, следует сделать вывод, что дефицит молодой части стада, которая должна быть более многочисленна, чем более возрастная, определяется различием районов обитания половозрелой и неполовозрелой частями стада. «Левый склон» распределения определённо имеет отношение к темпу полового созревания. «Правый склон распределения» отражает динамику ежегодной убыли численности (естественной и промысловой смертности). Средняя величина ежегодной смертности в возрасте

8–16 лет составляет  $0,275 \pm 0,0247$  (27,5% в год). Процентное соотношение возрастных групп в популяции можно представить как выражение численности в условных единицах. Полагая, что и до возраста, в котором происходит половое созревание всех особей популяции, смертность, по крайней мере, в течение нескольких лет имела приблизительно такую же величину, можно экстраполировать зависимость на гипотетический размерный ряд всей популяции  $Y_t = Y_0 \times (1 - 0,275)^t$ , где:  $t$  — возраст в годах;  $Y_t$  — численность в возрасте  $t$ . При таком расчете численность рыб за первые 8 лет жизни должна была уменьшиться почти в 7 раз. Общий же отход с эмбрионально-личиночного периода до полового созревания имеет огромную величину порядка 0,99 и порядка 0,95 в первые месяцы жизни, постепенно уменьшаясь к возрасту полового созревания [Зыкова и др., 1990; Шибяев и Шибяев, 2016]. Подобные расчеты, проведённые для двухлинейной камбалы, дали среднюю величину общей смертности в промысловом возрасте  $0,316 \pm 0,028$  (31,6% в год). Экстраполяция этой зависимости на более ранние возраста по-

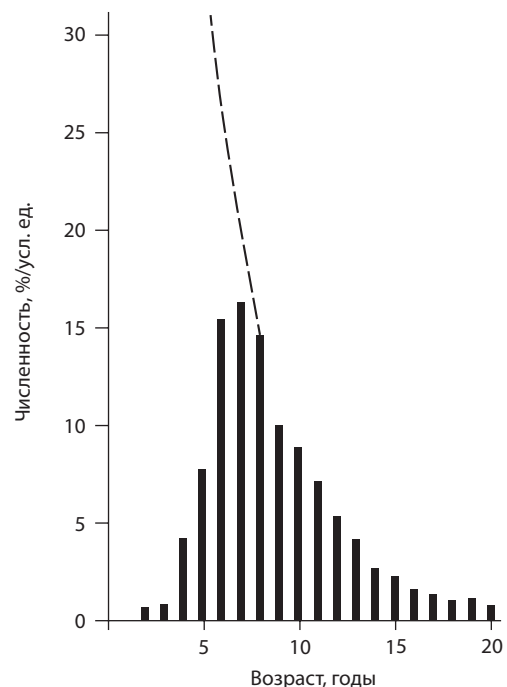


Рис. 1. Осреднённый за 8 лет возрастной ряд желтопёрой камбалы из снюрреводных уловов (столбики) и экстраполяция в область молодых возрастов популяции

казывает, что за 8 лет численность популяции должна была сократиться более чем в 9 раз.

Пример 2. Охотоморский минтай *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1811) из дневных уловов донного трала у Западной Камчатки в марте 1996 г. [Яржомбек, 1998; Лисовенко, 2000; Яржомбек, Карпенко, 2006].

Возрастной ряд улова имел характерную несимметричную колоколообразную форму (рис. 2). Расчёт дифференциальной уловистости трала, выполненный Э. А. Карпенко [Яржомбек, Карпенко, 2006] показал, что при траловом лове минтая улавливаемость рыб разного размера должна серьёзно влиять на характер размерно-возрастного ряда улова в районе промысла. Учёт дифференциальной уловистости смещает «колокол» распределения влево, в сторону младших возрастов, но отнюдь не даёт теоретически ожидаемой экспоненциальной характеристики распределения, какая наблюдается при совместном обитании молоди и половозрелых [Вдовин, 2011]. Очевидно, значительная часть неполовозрелых рыб младших возрастных групп отсутствовала в облавливаемом пространстве. Это также подтверждается литературными данными

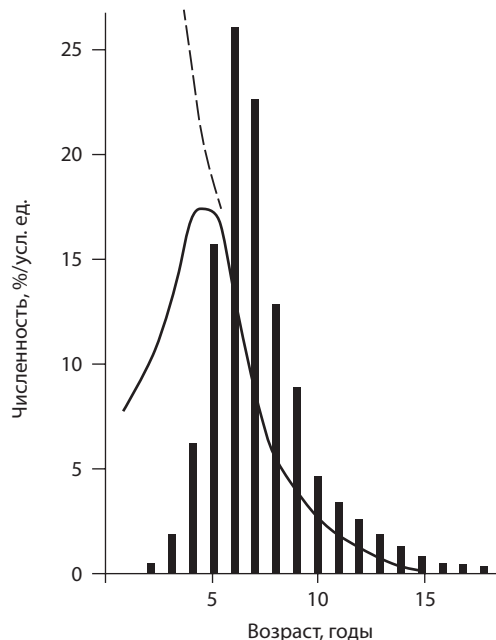


Рис. 2. Возрастной ряд охотоморского минтая из траловых уловов у Западной Камчатки (столбики).

Линия — те же данные с поправкой на дифференциальную уловистость и экстраполяцией в область младших возрастных групп

[Яржомбек, 2016]. Молодь минтая предпочитает иные температурные условия, обитает на других глубинах и отличается от половозрелых районами обитания. Нерест, тем более, происходит отдельно от молоди, суточные изменения в уловах показывают перемещения нерестующих производителей. Средняя смертность рыб исходя из характеристики «правого склона» исправленного возрастного ряда составила 0,3 (30%) в год [Яржомбек, Карпенко, 2006]. Из этого следует, что численность рыб данной популяции за 6 лет от сеголетка до массового полового созревания должна уменьшаться более чем в 8 раз —  $(1-0,3)^6 = 0,1176$ . Как и в случае камбал смертность в раннем возрасте у рыб с очень высокой плодовитостью многократно выше [Колесник, 1970].

Результаты анализа распределений возрастных групп желтопёрой камбалы в уловах снюрревода на восточном Сахалине, двухлинейной камбалы в уловах снюрревода на северных Курилах и минтая на западной Камчатке показывают, что дефицит в уловах младших возрастных групп обусловлен их дефицитом в районе промысла.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вдовин А. Н. 2011. О возможности корректировки размера и возраста траловых уловов рыб // Рыбное хозяйство. № 6. С. 55–57.
- Заферман М. Л. 1976. Измерение коэффициента уловистости тралящих орудий лова // Рыбное хозяйство. № 2. С. 51–52.
- Золотов А. О., Дубинина А. Ю. 2012. Линейный рост северной двухлинейной камбалы *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) в прикамчатских водах // Известия ТИНРО. Т. 171. С. 97–120.
- Золотов А. О., Смирнов Ф. И., Баранчук-Червонный Л. И., Дубинина А. Ю. 2014. Многолетняя динамика и современное состояние запасов желтоперой камбалы *Limanda aspera* в водах Сахалина // Известия ТИНРО. Т. 178. С. 25–56.
- Зыкова Г. Ф., Зыков Л. А., Вольскис Р. С. 1990. Методика исследований естественной смертности рыб в пределах ареала на примере вида *Vimba vimba* L. // Вид и его продуктивность в ареале (Мат. конф.). С. 38–43.
- Колесник Ю. А. 1970. Метод определения коэффициента естественной смертности минтая залива Петра Великого. // Вопросы ихтиологии. Т. 10. Вып. 6. С. 1116–1119.

- Лисовенко Л. А. 2000. Размножение рыб с прерывистым оогенезом и порционным нерестом на примере минтая Западной Камчатки. М.: Изд-во ВНИРО. 111 с.
- Серебров Л. И. 2000. Определение плотности и размерного состава скоплений чёрного палтуса методом подводной видеосъёмки // Вопросы рыболовства. Т. 1. Вып. 2–3. С. 117–118.
- Суханов В. В. 2016. Моделирование возрастного распределения рыб в уловах // Биология моря. Т. 42. № 2. С. 287–292.
- Шубаев С. В., Шубаев Л. В. 2016. К методике оценки приёмной ёмкости промыслового возврата при искусственном воспроизводстве сига (*Coregonus lavaretus* L.) Куршского залива // Вестник рыбохозяйственной науки. Т. 3. № 2. С. 4–17.
- Яржомбек А. А. 1998. Справочные материалы по росту рыб. Тресковые рыбы. М.: Изд-во ВНИРО. 44 с.
- Яржомбек А. А. 2016. Образ жизни и поведение промысловых рыб. М.: Изд-во ВНИРО. 200 с.
- Яржомбек А. А., Карпенко Э. А. 2006. Смертность минтая по данным 1996 г. // Труды ВНИРО. Т. 146. С. 237–241.
- Weiberg K., Yeung C., Somerton D., Thomson G., Ressler P. 2016. Is the survey selectivity curve for pacific cod (*Gadus morhua*) dome-shaped? Direct evidence from trawl studies // Fisheries Bulletin. V. 114. № 3. S. 360–369.
- REFERENCES**
- Vdovin A. N. 2011. O vozmozhnosti korektyrovki razmera i vozrasta tralovyykh ulovov ryb [About the ability to correct the size and age in fish catch] // Rybnoe khozyajstvo. № 6. S. 55–57.
- Zaferman M. L. 1976. Izmerenie koehffitsienta ulovistosti tralyashchikh orudij lova [Measuring of the catchability coefficient of trawling gear] // Rybnoe khozyajstvo. № 2. S. 51–52.
- Zolotov A. O., Dubinina A. Yu. 2012. Linejnyj rost severnoj dvukhlinejnoj kambaly *Lepidopsetta polyxystra* Orrd et Matarese (2000) v prikamchatskikh vodakh [Linear growth of the rock sole *Lepidopsetta polyxystra* Orrd et Matarese (2000) in the Kamchatka waters] // Izvestiya. TINRO. T. 171. S. 97–120.
- Zolotov A. O., Smirnov F. I., Baranchuk-Chervonnij L. I., Dubinina A. Yu. 2014. Mnogoletnyaya dinamika i sovremennoe sostoyanie zapasov zheltoperoj kambaly *Limanda aspera* v vodakh Sakhalina [Longterm dynamics and current state of yellowfin sole *Limanda aspera* in the waters of Sakhalin island] // Izvestiya TINRO. T. 178. S. 25–56.
- Zykova G. F., Zykov L. A., Vol'skic R. S. 1990. Metodika issledovaniy estestvennoj smertnosti ryb v predelakh areala na primere vida *Vimba vimba* L. [Method for estimation of natural mortality throuout the distribution areal in the *Vimba vimba* as exemple] // Vid i ego produktivnost' v areale (Materialy konferentsii). S. 38–43.
- Kolesnik Y. 1970. Metod opredeleniya koehffitsienta estestvennoj smertnosti mintaya zaliva Petra Velikogo. [A method of estimating instaneous natural mortality rate of Pollack *Theragra chalcogramma* (Pall.) in the Peter the Great bay] // Voprosy ikhtiologii. T. 10. Vyp. 6. S. 1116–1119.
- Lisovenko L. A. 2000. Razmnozhenie ryb s preryvistym oogenezom i portsiionnym nerestom na primere mintaya Zapadnoj Kamchatki [Reproduction of fishes with interrupted oogenesis and batch spawning in walleye Pollock from the Western Kamchatka]. M.: Izd-vo VNIRO. 111 s.
- Serebrov L. I. 2000. Opredelenie plotnosti i razmernogo sostava skoplenij chernogo paltusa metodom podvodnoj videos»emki [Estimation of density and size composition in the black halibut clusters by underwater video] // Voprosy. rybolovstva. T. 1. Vyp. 2–3. S.117–118.
- Sukhanov V. V. 2016. Modelirovanie vozrastnogo raspredeleniya ryb v ulovah [Age distribution models for fish in catches] // Biologiya Morya. Vol. 42. № 2. S. 87–92.
- Shibaev S. V., Shibaev L. V. 2016. K metodike otsenki priemnoj emkosti promyslovogo vozvrata pri iskusstvennom vosproizvodstve siga (*Coregonus lavaretus* L.) Kurshskogo zaliva [On methods of assessment of reception capacity & commercial fishery return for artificial reproduction of white fish (*Coregonus lavaretus* L.) in the Curarian lagoon] // Vestnik Rybokhozyaistvennoy Nauki. V. 3. № 2. S. 4–17.
- Yarzhombek A. A. 1998. Spravochnye materialy po rostu ryb. Treskovye ryby. [Background materials on the growth of fish. Gadoid fishes.] M.: VNIRO. 44 s.
- Yarzhombek A. A. 2016. Obraz zhizni i povedenie promyslovyh ryb. [Live and behavior of commercial fish]. M.: Izd-vo VNIRO. 200 s.
- Yarzhombek A. A., Karpenko E. A. 2006. Smertnost' mintaya po dannym 1996 g. [Walleye Pollock mortality from the 1996 year data] // Trudy VNIRO. T. 146. S. 237–241.

Поступила в редакцию 31.10.2016 г.  
Принята после рецензии 12.12.2016 г.

## **Reconstruction of the population age-composition by catch (short communication)**

*A. A. Yarzhombek*

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

Reconstruction of the distribution of age groups in populations of yellowfin sole and walleye pollack was made on the data of the age-distribution in the catch of fishing gear, believing that the right slope of the bell-shaped distribution reflects the average trend of mortality. The average mortality rate of yellow-finned sole aged 8–16 years according to seine catch was  $0,275 \pm 0,0247$  per year. Extrapolation of this trend to younger ages leads to the plausible distribution of exponent type. The age-distribution of the whiting trawl catches was amended on age-differential catchability. For the reconstruction in the all population used the corrected distribution of trawl catch. The deficit of the younger ages of place and whiting in the catch due to different habitats of young and mature individuals.

**Key words:** yellowfin sole *Limanda aspera*, walleye pollack *Theragra chalcogramma*, age-distribution.