

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ РЫБ В ПРОМЫСЛОВОМ ЗАПАСЕ КОРФО-КАРАГИНСКОГО СТАДА СЕЛЬДИ

Т. Ф. КАЧИНА

Корфо-карагинская сельдь — одна из популяций тихоокеанской сельди, обитающей в заливах северо-восточной Камчатки.

Изученность нерестового, нагульного и зимнего периодов жизни сельди, а также специфика ее нереста (икрометание в прибрежной мелководной зоне на нерестилищах в основном лагунного типа) позволяют рассчитывать промысловый запас сельди в абсолютных значениях на каждый последующий год.

Основанием прогнозирования промыслового запаса служит численность нерестовой популяции текущего года с учетом вылова, пополнения и естественной смертности. Следует отметить, что нерестовую популяцию сельди как по составу, так и по численности мы отождествляем с промысловым запасом данного года.

Численность нерестовой популяции определяется по количеству отложенной сельдью икры в период нереста с учетом средней плодовитости самок в популяции и соотношения полов по следующей формуле:

$$N = \frac{E}{e},$$

где  $N$  — количество рыб в нерестовой популяции;

$E$  — количество отложенной икры;

$e$  — количество икры, приходящееся на одну рыбу (Хурстен, 1954). Подсчет количества отложенной икры производится путем определения площадей нерестовых участков и плотности засева икрой на 1 м<sup>2</sup>.

В табл. 1 приведена численность нерестовой популяции сельди по возрастным группам с 1958 по 1963 г. Величина нерестовой популяции сельди ежегодно изменяется в зависимости от вылова, естественной смертности рыб и величины пополнения. Так, в 1958 г. нерестовая популяция сельди была около 7,0 млн. ц, а в 1963 г. составила 2,3 млн. ц.

Величина пополнения запаса зависит от урожайности вступающих в нерестовую популяцию поколений, и от темпа роста этих рыб в первые три года жизни. Так, в 1959 г. пополнение составило только

Численность нерестовой популяции сельди по возрастным группам с 1958 по 1963 г.

| Год  | Возраст, годы |       |        |        |        |        |       |       |     |        |
|------|---------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-----|--------|
|      | 4             | 5     | 6      | 7      | 8      | 9      | 10    | 11    | 12  | всего  |
| 1958 | —             | 84,5  | 5672,3 | 1161,9 | 48,9   | 11,0   | 14,4  | —     | —   | 6993,0 |
|      | —             | 38,8  | 2701,1 | 468,5  | 16,2   | 3,2    | 3,2   | —     | —   | 3231,0 |
| 1959 | 17,2          | 7,9   | 90,7   | 4991,0 | 361,2  | 21,7   | 10,3  | —     | —   | 5500,0 |
|      | 9,1           | 4,5   | 40,7   | 2021,1 | 133,3  | 6,8    | 2,3   | —     | —   | 2217,8 |
| 1960 | 373,2         | 181,4 | —      | 460,4  | 3425,2 | 146,0  | 13,8  | —     | —   | 4600,0 |
|      | 212,0         | 88,5  | —      | 180,5  | 1307,3 | 51,6   | 3,7   | —     | —   | 1843,0 |
| 1961 | 17,1          | 582,6 | 131,8  | 14,9   | 762,5  | 2565,1 | 126,0 | —     | —   | 4200,0 |
|      | 11,5          | 316,6 | 59,6   | 6,9    | 307,5  | 998,1  | 43,6  | —     | —   | 1743,8 |
| 1962 | —             | 323,4 | 707,9  | 15,0   | 87,0   | 987,7  | 427,0 | —     | —   | 2548,0 |
|      | —             | 177,7 | 330,8  | 6,4    | 34,3   | 367,2  | 154,2 | —     | —   | 1070,6 |
| 1963 | —             | 261,1 | 524,8  | 358,5  | 13,8   | 63,9   | 912,8 | 157,4 | 6,3 | 2299,0 |
|      | —             | 140,4 | 239,6  | 152,6  | 5,6    | 23,4   | 319,2 | 53,3  | 1,9 | 936,0  |

Примечание. В числителе — численность нерестовой популяции сельди (в тыс. ц), в знаменателе — то же (в млн. шт.)

Таблица 2

**Величина пополнения корфо-карагинской сельди в млн. шт. и в % к запасу**

| Год  | Промысловый запас, млн. шт. | Пополнение |            | Возрастные группы, составляющие пополнение |
|------|-----------------------------|------------|------------|--------------------------------------------|
|      |                             | млн. шт.   | % к запасу |                                            |
| 1959 | 2218,0                      | 15,5       | 0,7        | 4, 5, 6                                    |
| 1960 | 1844,0                      | 431,2      | 23,4       | 4, 5, 7                                    |
| 1961 | 1744,0                      | 243,1      | 14,0       | 4, 5, 8                                    |
| 1962 | 1071,0                      | 267,9      | 25,0       | 5, 6, 9                                    |
| 1963 | 936,0                       | 202,3      | 23,0       | 5, 6, 10                                   |

0,7% запаса (табл. 2). Это объясняется, во-первых, низким темпом роста поколения 1953 г., а отсюда и его поздним созреванием, во-вторых, поколения 1954 и 1955 гг., которые должны были вступать в нерестовую популяцию в 1959 г., оказались неурожайными. В 1960 г. процент пополнения повысился за счет вступления в нерестовую популяцию среднеурожайного поколения 1956 г., а также за счет поколения 1953 г., которое в основном созрело в 7-годовалом возрасте и продолжало созревать до 10-годовалого возраста.

Корфо-карагинская сельдь созревает в 4—5-годовалом возрасте, но созревание поколения происходит не сразу, а растягивается обычно на 2—3 года, а иногда и на 4—5 лет. Поэтому при прогнозировании пополнение разделяется на две категории: к первой относятся поколения, часть рыб которых уже принимала участие в нересте один или большее число раз, ко второй категории относятся поколения, которые еще не принимали участия в нересте.

Расчет первой группы пополнения проводится путем составления пропорции. Например, рыб поколения 1958 г. в нерестовой популяции 1963 г. было 140,4 млн. шт., что составляет 23% от поколения (процент зрелых рыб в осенне-зимний период 1962 г.). Составив пропорцию, получаем 610 млн. шт. рыб во всем поколении. По материалам осенне-зимнего периода 1963 г. известно, что 80% этого поколения или, 462 млн. шт., созреет для нереста в 1964 г.

Прогнозирование второй категории пополнения основывается на темпе роста рыб в первые три года, на соотношении зрелых и незрелых рыб, на выживаемости икры и личинок прогнозируемого поколения.

Нам представляется, что материалы по выживаемости икры и личинок, собранные в основных нерестовых ареалах, в какой-то мере отображают относительную величину поколения. Облов личинок производился обычно через 20—25 дней с момента первого выклева. Размеры личинок колебались от 9 до 18 мм. Это период, когда основная масса личинок уже перешла на внешнее питание. Поскольку, по мнению многих исследователей (Крыжановский, 1956; Никитинская, 1951; Раннак, 1958 и др.), критическим периодом в жизни личинок сельдевых является переход на активное внешнее питание, то не будет большой ошибкой, если мы примем количество выживших личинок пропорционально относительной (ни в коем случае не абсолютной) численности данного поколения.

Как видно из данных табл. 3, наименьшую численность из четырех поколений должно составить поколение 1960 г. Действительно, это поколение в контрольных тралениях 1962 г. составило 3% из 1500 про-

Таблица 3

Выживаемость сельди из отложенной икры до личинок в возрасте  
20—25 суток

| Год  | Район лова личинок     | Отложе-<br>но икры,<br>млрд.<br>шт. | Количе-<br>ство ли-<br>чинок,<br>млрд.<br>шт. | Выживае-<br>мость<br>икры и<br>личинок,<br>% | Общая<br>выживае-<br>мость<br>икры и<br>личинок,<br>% |
|------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1960 | Залив Уала . . . . .   | 17 272                              | 23,0                                          | 0,12                                         | 0,09                                                  |
|      | Залив Анапка . . . . . | 10 291                              | 1,5                                           | 0,01                                         |                                                       |
| 1961 | Залив Уала . . . . .   | 17 310                              | 3898,0                                        | 22,5                                         | 12,8                                                  |
|      | Залив Анапка . . . . . | 14 240                              | 154,5                                         | 1,1                                          |                                                       |
| 1962 | Залив Уала . . . . .   | 3 972                               | 616,0                                         | 15,5                                         | <15,5                                                 |
|      | Залив Анапка . . . . . | 14 611                              | Лов личинок не<br>производился                |                                              |                                                       |
| 1963 | Залив Уала . . . . .   | 9962                                | Нерест отсутствовал                           |                                              |                                                       |
|      | Залив Анапка . . . . . |                                     | 112,0                                         | 1,1                                          | 1,1                                                   |

смотренных рыб. В уловах 1963 г. процент этих рыб характеризовался еще меньшей величиной, причем все рыбы были с незрелыми половыми продуктами и поэтому промысловый запас 1964 г. не должен пополниться четырехгодовалыми рыбами.

Поколение 1959 г. также считается неурожайным, поэтому пополнение пятигодовиками составит долю процента в общем запасе.

Выживаемость икры в последующие два года (1961, 1962) характеризуется наилучшими показателями. В контрольных тралениях 1963 г. встречаемость рыб поколения 1961 г. определяется в 33%. Это поколение характеризуется высоким приростом на втором году жизни, что дает возможность предположить, что часть рыб данного поколения созреет для первого нереста в 4 года и соответственно вступит в нерестовую популяцию в 1965 г. О величине этого пополнения будет известно после осени 1964 г., когда будем располагать данными о соотношении зрелых и незрелых рыб в поколении.

Убыль рыб в промысловом запасе сельди складывается из промысловой смертности (вылов) и естественной смертности (гибель рыб от изменения абиотических условий, воздействия хищников, болезней и от старости).

Начиная с 1959 г. корфо-карагинскую сельдь вылавливают почти круглый год (за исключением 4 месяцев: январь — апрель, когда работе флота мешает лед), причем облавливают ее различными орудиями лова: ставными и кошельковыми неводами, дрейферными сетями, тралами. Поэтому очень важно вести наблюдения за сельдью в течение промысла, собирая биостатические пробы регулярно и из всех орудий лова. После окончания промысла весь улов распределяли по возрастным группам.

До 1960 г. запас сельди недоиспользовался промыслом: при наибольшей численности запаса (за счет урожайных поколений 1951, 1952 гг.), уловы были наименьшими (табл. 4). В последующие годы промысловый запас сокращался, сначала постепенно, а после 1961 г. резко, но интенсивность промысла ежегодно увеличивалась, достигнув 62% в 1962 г. В 1963 г. интенсивность промысла несколько ослабла, так как сельдь лорили только кошельковыми неводами. Таким обра-

## Вылов корфо-карагинской сельди по отношению к ее промысловому запасу

| Показатели                          | Годы   |        |        |        |        |        |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                     | 1958   | 1959   | 1960   | 1961   | 1962   | 1963   |
| Промысловый запас, тыс. ц . . . . . | 6993,0 | 5500,0 | 4600,0 | 4200,0 | 2548,0 | 2299,0 |
| Улов                                |        |        |        |        |        |        |
| тыс. ц . . . . .                    | 463,0  | 758,0  | 1284,0 | 1959,0 | 1589,0 | 1071,0 |
| % изъятия . . . . .                 | 6,6    | 13,8   | 28,0   | 47,7   | 62,4   | 46,7   |

зом, в последние годы наибольшая убыль рыб в запасе происходила за счет промысловой смертности.

Естественная смертность также воздействует на численность промыслового запаса рыб, поэтому было бы большой ошибкой не учитывать этот фактор при прогнозировании. В настоящее время исследователи уделяют много внимания определению естественной смертности, а также выяснению причин, вызывающих смертность рыб особенно на раннем этапе развития. П. В. Тюрин (1962) определяет естественную смертность по предельным возрастам рыб. Канадский ученый Тестер (1955) рассчитал естественную смертность по данным возрастного состава и улова в популяциях сельди Британской Колумбии.

Наши расчеты естественной смертности просты и основываются на знании абсолютной численности одного и того же поколения в смежные годы. Например, поколение 1952 г. в 6-годовалом возрасте составляло 2701,1 млн. шт. (см. табл. 1), а в 7-годовалом — 2021,1 млн. шт. Разностью этих величин (2701,1 — 2021,1 = 680,0 млн. шт.) определяют общую смертность (промысловая + естественная). Улов поколения 1952 г. в 1958 г. составил 156,7 млн. шт. Разностью между общей смертностью и уловом (680,0 — 156,7 = 523,3 млн. шт.) определяют естественную смертность.

Поскольку наблюдения за численностью нерестовой популяции сельди проводят с 1958 г., представляется возможность проследить за естественной смертностью в одном поколении 1952 г. В остальных поколениях убыль рыб либо не наступила (1953), либо поколения настолько малочисленны (1954, 1955), что расчеты по ним могут быть непоказательны. В поколении 1952 г. коэффициент естественной смертности (отношение величины естественной смертности к запасу в начале года) увеличивается с возрастом, составив 19% после 6-годовалого возраста и 52% после 9-годовалого возраста.

Коэффициент естественной смертности, рассчитанный по данным возрастного состава и улова (метод Тестера) за период с 1941 г. по 1963 г., также увеличивается с возрастом, составив от 6 до 11-годовалого возраста соответственно 14, 17, 18, 55, 71 и 82%. Коэффициент естественной смертности от 6 до 8-годовалого возраста изменяется незначительно (от 14 до 18%). Это объясняется тем, что в поколениях корфо-карагинской сельди заметная убыль рыб от естественных причин начинается с различного возраста: от 5 до 8 лет, в среднем для многолетнего периода с 6-годовалого возраста. Такое различие в убыли рыб по поколениям объясняется растянутостью созревания отдельных поколений. В каждом поколении естественная смертность увеличивается по-разному. Рано и одновременно созревшее поколение начинает раньше и интенсивнее убывать из популяции и, наоборот, в поколении с растянутым созреванием естественная смертность в период созревания бывает наименьшей. Она резко увеличивается, когда созре-

вание поколения заканчивается. Поэтому при прогнозировании естественной смертности принимается во внимание специфика каждого поколения в отдельности: начало его созревания, растянутость созревания, начало убыли рыб в поколении, численность поколения (табл. 5).

Таблица 5

Расчет численности промыслового запаса корфо-карагинской сельди на 1964 г.

| Показатели                                                   | Возраст, годы |       |       |      |      |       |      |      | Всего  |
|--------------------------------------------------------------|---------------|-------|-------|------|------|-------|------|------|--------|
|                                                              | 5             | 6     | 7     | 8    | 9    | 10    | 11   | 12   |        |
|                                                              | поколения     |       |       |      |      |       |      |      |        |
|                                                              | 1958          | 1957  | 1956  | 1955 | 1954 | 1953  | 1952 | 1951 |        |
| Нерестовая популяция в 1963 г., млн. шт. . . .               | 140,4         | 239,6 | 152,6 | 5,6  | 23,4 | 319,2 | 53,3 | 1,9  | 936,0  |
| Процент зрелых рыб в осенне-зимний период 1962 г. . . . .    | 23            | 93    | 98    | 100  | 100  | 100   | 100  | 100  | —      |
| Количество рыб в поколении, млн. шт. . . . .                 | 610,0         | 258,0 | 156,0 | 5,6  | 23,4 | 319,2 | 53,3 | 1,9  | —      |
| Вылов в млн. шт. с мая 1963 г. по январь 1964 г. . . . .     | 35,6          | 47,1  | 51,1  | 5,8  | 16,0 | 142,2 | 22,4 | 0,06 | 320,3  |
| Запас после вылова, млн. шт. . . . .                         | 574,4         | 210,9 | 104,9 | X    | 7,4  | 177,0 | 30,9 | 1,8  | —      |
| Из них зрелых рыб:                                           |               |       |       |      |      |       |      |      |        |
| в % . . . . .                                                | 80            | 100   | 100   | X    | 100  | 100   | 100  | 100  | —      |
| в млн. шт. . . . .                                           | 460,0         | 210,0 | 104,9 | X    | 7,4  | 177,0 | 30,9 | 1,8  | 992,9  |
| Естественная смертность, % . . . . .                         | X             | 15    | 55    | X    | 95   | 40    | 80   | 100  | —      |
| Численность промыслового запаса на 1964 г., млн. шт. . . . . | 460,0         | 179,0 | 47,0  | X    | 0,3  | 106,0 | 6,0  | —    | 798,3  |
| То же                                                        |               |       |       |      |      |       |      |      |        |
| в весовом выражении, тыс. ц . . . .                          | 966,0         | 412,0 | 123,0 | X    | 0,8  | 313,0 | 19,0 | —    | 1833,8 |
| в % . . . . .                                                | 57,6          | 22,4  | 5,9   | X    | 0,1  | 13,3  | 0,7  | —    | 100    |

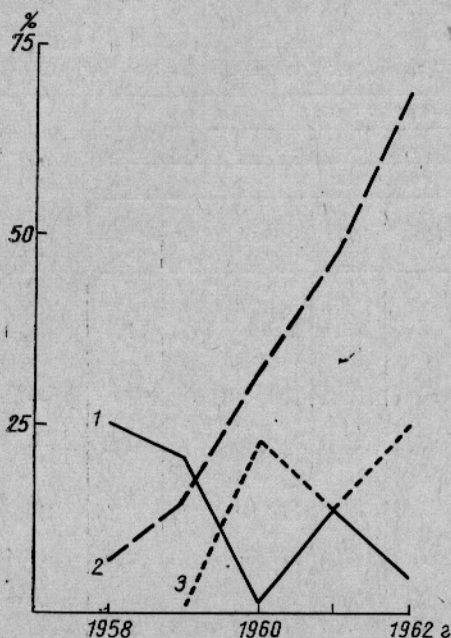
Коэффициент естественной смертности в промысловом запасе сельди не постоянная величина, он ежегодно варьирует (см. рисунок). Причины колебания естественной смертности могут быть различными: изменение численности хищников, резкие колебания условия среды, болезни и прочие факторы, которые очень трудно учесть.

Так, в 1960 г. наблюдалась очень низкая естественная смертность по всем поколениям. В этом году места зимовок сельди были закрыты льдом, поэтому хищники сельди — котики и сивучи — вынуждены были покинуть этот район. Возможно, что это одна из основных причин низкой смертности сельди в 1960 г.

Естественная смертность может также изменяться в зависимости от величины пополнения запаса. Чем больший процент составляет пополнение, тем меньше коэффициент естественной смертности (см. рисунок).

Кроме этого, несомненно также воздействие промысла на коэффициент естественной смертности. С увеличением вылова в какой-то степени сокращается естественная смертность. В годы недоиспользования запаса сельди промыслом (до 1960 г.) коэффициент естественной смертности был выше коэффициента вылова, но в дальнейшем, с

увеличением интенсивности промысла и ежегодными колебаниями, наблюдается снижение кривой смертности (см. рисунок). Вероятно, промысел сокращает естественную смертность до определенного момента, пока в составе улова преобладают старшие возрастные группы. Когда промысел переходит на молодых неполовозрелых рыб, сокращения естественной смертности не произойдет, а увеличение интенсивности вылова приведет к полному истреблению стада.



Зависимость естественной смертности сельди от вылова и величины пополнения:

1 — коэффициент естественной смертности;  
2 — коэффициент вылова; 3 — пополнение (в процентах к запасу).

промысел сокращает естественную смертность до определенного момента, пока в составе улова преобладают старшие возрастные группы. Когда промысел переходит на молодых неполовозрелых рыб, сокращения естественной смертности не произойдет, а увеличение интенсивности вылова приведет к полному истреблению стада.

Таким образом, мы рассмотрели основные факторы, воздействующие на численность рыб в промысловом запасе корфо-карагинской сельди.

Прогнозирование промыслового запаса сельди изложенным методом производится третий год. И хотя прогнозируемые и фактические цифры близки, пока рано судить о точности данного метода. Так, прогнозируемый промысловый запас на 1962 г. — 2,5 млн. ц, фактический — 2,5 млн. ц, а на 1963 г. прогнозируемый запас — 2,2 млн. ц, фактический — 2,3 млн. ц.

Точность данного метода определяют регулярным и массовым сбором биостатистических проб из всех орудий лова, правильностью определения нерестовых площадей и плотности отложенной икры.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Дементьева Т. Ф., Марти Ю. Ю., Моисеев П. А., Никольский Г. В. О закономерностях динамики популяций рыб. Труды совещания ихтиологической комиссии АН СССР. Вып. 13, 1961.
- Крыжановский С. Г. Материалы по развитию сельдевых рыб. Труды Института морфологии животных. Вып. 17, 1956.
- Никитинская И. В. О начале активного питания личинок сахалинской сельди. «Зоологический журнал». Т. 37. Вып. 10, 1951.
- Раннак Л. А. Количественный учет эмбрионов и личинок салаки в северной части Рижского залива и основные факторы, обуславливающие их выживаемость. Труды ВНИРО. Т. XXXIV, 1958.
- Тюрин П. В. Фактор естественной смертности рыб и его значение при регулировании рыболовства. Вопросы ихтиологии. Т. 2. Вып. 3, 1962.
- Тестер А. Л. Оценка пополнения и естественной смертности по данным возрастного состава и улова в популяциях сельди района Британской Колумбии. ВНИРО (перевод, 1959). J. Fish. Research Board Canada, 12, 5, 1955.
- Hou rston A. The spawning population of the herring in the north part of British Columbia. Progress Reports of the Pacific Coast Stations, No. 94, 1954.