

УДК 597-152.6:597.553.2

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ КРАСНОЙ****Ф. В. КРОГИУС**

Красная (нерка) занимает по численности третье место среди тихоокеанских лососей и высоко ценится за ее вкусовые качества. Правильный прогноз ее численности имеет большое хозяйственное значение.

Первый прогноз численности лосося из рода *Oncorhynchus* был сделан для красной из оз. Дальнего (бассейн р. Паратунки) в 1939 г. Второй прогноз численности красной был составлен для стада красной из р. Озерной в 1946 г. С тех пор эти прогнозы даются ежегодно. Прогнозы по красной из р. Озерной составлял до 1949 г. В. В. Азбелев, после 1949 г. они разрабатываются Т. В. Егоровой.

Для красной из р. Камчатки и из других водоемов Камчатского о-ва даются лишь прогнозы относительной численности (в сравнении с предыдущими годами), а в весовом выражении прогнозируются возможные уловы.

Красная разных локальных стад остается в пресных водах 1—2 года или 2—3 года, реже встречается другая длительность пребывания в пресных водах; в море она живет в основном 2 и 3 года. Однако каждое локальное стадо красной, возвращающееся на нерест, состоит главным образом из рыб трех возрастов, в которых резко преобладают младший и средний. В разных стадах красной возрастной состав различен: в р. Камчатку она возвращается трех-, четырех- и пятигодовалой, в р. Озерную — четырех-, пяти- и шестигодовой.

Вследствие относительно короткого жизненного цикла и однократного нереста и вместе с тем большого количества возрастных групп нельзя проследить в промысле в течение нескольких лет наличие больших и малых по численности поколений, что осложняет составление прогнозов.

Другие биологические особенности красной делают возможным учет производителей и скатывающейся молоди и определение смертности икры. Это позволяет выяснить связи между численностью красной в различные моменты ее жизни и изучать факторы, влияющие на убыль в течение отдельных периодов ее жизненного цикла.

Для составления прогнозов необходимо иметь много сведений. Схема связи, на которой основываются прогнозы по красной, показана на схеме (рис. 1), составленной совместно с В. В. Меншуткиным.

Задача прогноза — определение численности нерестового стада в следующем году  $t$ . Под нерестовым стадом подразумевается красная,

мигрирующая в реки для нереста. Это стадо состоит из красной, выловленной в море (МВ), выловленной у берега (БВ), и красной, прошедшей на нерестилища (ПН).

При составлении прогноза по красной, так же как и для большинства рыб, задача разделяется на две части: определение веро-

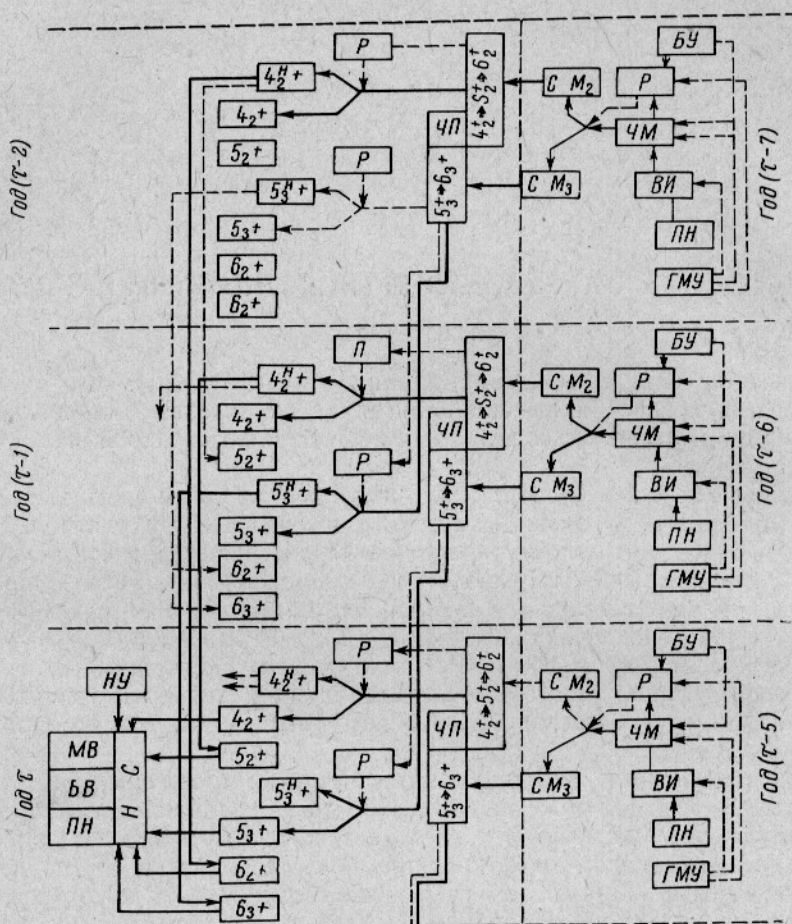


Рис. 1. Схема формирования нерестового стада красной р. Озерной.

МВ — морской вылов; БВ — береговой вылов; ПН — проход на нерест.

$4_2+$ ,  $5_2+$ ,  $5_3+$ ,  $6_2+$ ,  $6_3+$  — возрастные группы, составляющие нерестовое стадо.

$4_2^H+$ ,  $5_3^H+$  — неполовозрелая красная.

Р — рост; ЧП — численность поколения;  $СМ_2$  и  $СМ_3$  — скат молоди в возрастах 2+ и 3+; ЧМ — численность молоди; СИ — смертность икры; ВИ — выжившая икра; ЕСМ — естественная смертность; ГМУ — гидрометеорологические условия; БУ — биологические условия в озере; ОП — ошибки прогнозирования.

Сплошные стрелки — связи формирования численности нерестового стада (год  $t$ ). Штриховые стрелки — факторы, влияющие на формирование численности нерестового стада.

Пунктирные стрелки — связи, не относящиеся к формированию рассматриваемого нерестового стада.

ятной численности зрелых рыб в поколениях и определение долей этих поколений, которые будут составлять нерестовое стадо в году  $t$ .

Численность поколений (ЧП), доживших до взрослого состояния, зависит от количества рыб-родителей (ПН) и от смертности в течение пресноводного и морского периодов жизни.

Точность прогноза зависит от количества информации об убыли в

течение жизненного цикла в каждом поколении и от факторов, определяющих эту убыль.

Связь между количеством производителей красной и численностью потомства не является однозначной. Кривые Риккера можно рассматривать как весьма ценный, но только промежуточный этап в познании этой связи, а не как конструктивный метод прогноза. Для красной из р. Озерной, численность которой достигает 10 млн. шт. в поколении, кривая Риккера дает точность только в пределах  $\pm 4$  млн. шт., что явно не годится для прогноза.

Поэтому для определения численности взрослой красной в поколениях необходима дополнительная информация. Связь численности поколения с количеством выжившей икры (ВИ) должна быть значительно теснее, чем с количеством рыб-родителей, так как смертность икры в период нереста и развития очень высока (в среднем в разных водоемах 30—50%) и очень изменчива (может достигать до 99%). Информация о выживании икры всегда используется при составлении прогноза.

Наиболее ценны данные о количестве скатившейся молоди (ЧМ, СМ<sub>2</sub>, СМ<sub>3</sub>), так как они отражают результат убыли за весь пресноводный период жизни. Смертность за этот период очень велика, крайне изменчива и зависит как от численности отнерестовавших производителей, так и от абиотических и биотических факторов (ГМУ и БУ). Эта смертность составляет обычно не менее 97% и бывает выше 99% от внесенной в оз. Дальнее икры превысил наименьший процент в 26 раз.

При наличии информации о скатившейся молоди остается неизвестной только смертность в море, которая несравненно меньше смертности в течение пресноводного периода жизни красной и значительно менее изменчива. В разных стадах она различна. Известно, что возвращающаяся взрослая красная составляет от 10 до 40% от скатившейся молоди, т. е. и в море смертность очень значительна. Она очень мало изучена. Вместе с тем определение величины естественной смертности в море совершенно необходимо для анализа влияния лова лосося в открытом море на состояние их запасов. В частности, без такого определения невозможно выяснить влияние лова неполовозрелых рыб на численность рыб, достигших половой зрелости, и, следовательно, судить о допустимом прилове неполовозрелых рыб. Это зависит от соотношения величины естественной смертности и весовых приростов за тот же период.

Определение величины естественной смертности красной в течение ее жизни в море необходимо не только для разрешения всех вопросов, связанных с оптимизацией промысла, это также очень существенно для прогнозов численности красной в ее нерестовых стадах. Знание величины естественной смертности значительно упростило бы определение долей поколения, возвращающихся из моря в разных возрастах.

Для этих целей очень большое значение имеют исследования поведения популяции красной при разных условиях с применением быстродействующих вычислительных машин (статья В. В. Меншуткина опубликована в данном сборнике).

Поскольку величина естественной смертности в море в настоящее время еще недостаточно изучена, она не введена в схему и подразумевается как неучтенные условия (НУ).

Для прогноза численности красной надо знать условия воспроизводства и нагула трех поколений, нерест родителей, происшедший за



4—6 лет, а в других стадах — за 5—7 лет до года, на который дается прогноз.

Возрастной состав специфичен для отдельных локальных стад. Поэтому, переходя ко второй части прогноза, рассмотрим формирование нерестового стада на конкретном примере озерновской красной.

Схема формирования нерестового стада в году  $\tau$ , показанная на рис. 1 составлена для красной из р. Озерной. В этом стаде молодь скатывается в возрасте 2+ и 3+ ( $СМ_2$  и  $СМ_3$ ), что зависит от скорости роста ( $P$ ). Каждая из этих групп красной делится на две части: на рыб, остающихся в море на два года, и рыб, возвращающихся на нерест через 3 года пребывания в море. Доля молодых рыб, созревающих через 2 года нагула в море ( $4_2+$ ), зависит от численности всего поколения (ЧП), условий обитания и связана с размерами скатившейся молоди, временем ската ее в сезоне и скоростью роста в море. В каждом поколении наиболее быстро растущие рыбы созревают после двух лет пребывания в море ( $4_2+$  и  $5_3+$ ). Рыбы, растущие медленнее, остаются еще на один год ( $5_2+$  и  $6_3+$ ), а небольшая часть — еще на два года в море ( $6_2+$ ). Все неполовозрелые рыбы являются приловом в морском промысле.

Рыбы, возвращающиеся на нерест через два года пребывания в море, еще не облавливались промыслом, поэтому за год до их миграции на нерест нет никаких данных, позволяющих вносить уточнения в определения их численности. Между тем красная возрастной группы  $4_2+$  составляет в озёрновском стаде от 8 до 66% (в среднем около 30% нерестового стада), количество красной возрастной группы  $5_3+$  достигает 45,5%, а в среднем составляет около 10% нерестового стада. Поэтому точность и достоверность прогноза численности красной этих возрастных групп крайне важна.

Рыбы среднего возраста, оставшиеся 2 года в пресной воде (скат в году  $\tau-3$ ) и 3 года в море ( $5_2+$ ), принадлежат к поколению, произошедшему от нереста в году  $\tau-6$ , уже облавливавшемуся в предыдущем году ( $\tau-1$ ), когда из этого поколения были выловлены и прошли на нерест молодые рыбы, созревшие через два года пребывания в море. Красная среднего возраста составляет, как правило, основную часть нерестового стада. В озёрновском стаде красная возрастной группы  $5_2+$  составляет от 32 до 84%, в среднем около 56%. Численность этих рыб находится в прямой связи с численностью красной в поколении (ЧП), с количеством молоди, скатившейся в возрасте 2+ ( $СМ_2$ ) и в обратной связи с долей, которую составляли в данном поколении молодые рыбы вернувшиеся на нерест в предшествующем году ( $4_2+$ ). Некоторые уточнения в определении количества рыб среднего возраста в году  $\tau$  могут быть внесены на основании данных о количестве неполовозрелой красной в море ( $4_2^H+$ ) в предыдущем году ( $\tau-1$ ).

Красная среднего возраста, оставшаяся в пресной воде 3 года, а в море только 2 года ( $5_3+$ ), происходит из того же поколения, что и рыбы в возрасте  $5_2+$ , но из молоди, скатившейся одновременно с двухгодовалой молодью следующего поколения (в году  $\tau-2$ ). Количество ее связано с численностью поколения (ЧП) общим количеством молоди (ЧМ) и количеством молоди, скатившейся трехгодовалой ( $СМ_3$ ).

Красная, которая будет возвращаться в году  $\tau$  в старшем возрасте  $6_2+$ , принадлежит к поколению от нереста рыб родителей в году  $\tau-7$ , из которого красная, скатившаяся двухгодовалой (в году  $\tau-4$ ) и рано созревшая ( $4_2+$ ), мигрировала на нерест в году  $\tau-2$ , а рыбы в среднем возрасте ( $5_2+$ ) возвращались в году  $\tau-1$ . Красная из груп-

пы  $6_3+$  принадлежит к тому же поколению, но молодь скатывалась в году  $\tau-3$ , а часть рыбы возвращалась на нерест впервые в среднем возрасте ( $5_3+$ ) в году  $\tau-1$ , часть же оставалась еще неполовозрелой в море ( $5_3+$ ).

Красной старшего возраста обычно бывает немного (в озерновском стаде в среднем около 4%), и хотя численность их связана с численностью скатившейся молоди (ЧМ и СМ<sub>2</sub> и СМ<sub>3</sub>) и рыб среднего возраста, возвращавшихся в предыдущем году ( $5_2+$  и  $5_3+$ ), но обычно она определяется просто в соответствии с многолетними наблюдениями и количеством и долей этих рыб в поколениях.

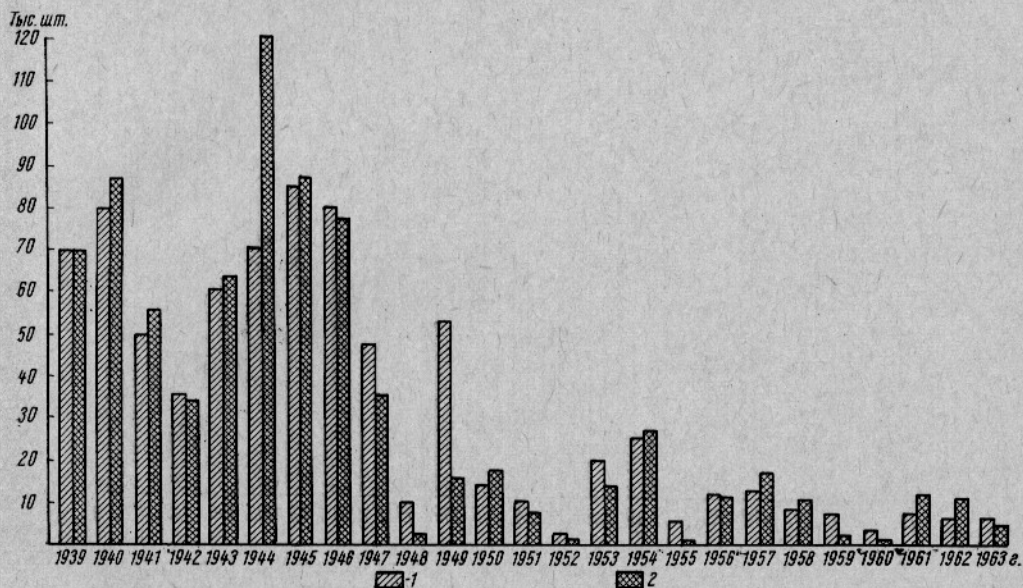


Рис. 2. Оправдываемость прогнозов численности красной оз. Дальнего:  
1 — прогноз; 2 — действительная численность.

Предлагаемая схема, составленная для красной р. Озерной, применима к любому стаду красной, в котором молодь скатывается в двух возрастах ( $1+$  и  $2+$  или  $2+$  и  $3+$ ) и возвращается в основном в течение трех лет. При составлении прогнозов перечисленные связи используются в зависимости от имеющихся материалов.

На рис. 2 и 3 показана оправдываемость прогнозов, составлявшихся для красной из оз. Дальнего и из р. Озерной. Как видно, очень резких отклонений прогнозов от действительной численности красной не так много (для озерновской красной 6 из 18, для красной оз. Дальнего 4 из 25). В среднем уклонение прогнозов составляет 21—22% от действительной численности.

Для красной из оз. Дальнего не точны данные о возврате. Для красной из р. Озерной нет данных о количестве покатной молоди, но возврат определяется значительно точнее.

Возникновение лова лососей в открытом море резко изменило условия составления прогнозов.

Различная численность и динамика численности красной в разных локальных стадах вызывают необходимость в дифференцированных прогнозах для наиболее крупных стад красной.

Вместе с тем морским промыслом облавливаются разные локаль-

ные стада красной, ареалы распространений и пути миграции которых в значительной степени совпадают. Для того чтобы выяснить, какое количество рыб вылавливается в море из каждого локального стада, надо было изучить, в каких районах, в какое время и в какой степени преобладают рыбы того или иного локального стада. Для определения принадлежности красной к разным локальным стадам необходимо разрабатывать соответствующие критерии. В настоящее время из азиатских стад красной, облавливаемых в море, нами выделяется стадо красной из р. Озерной.

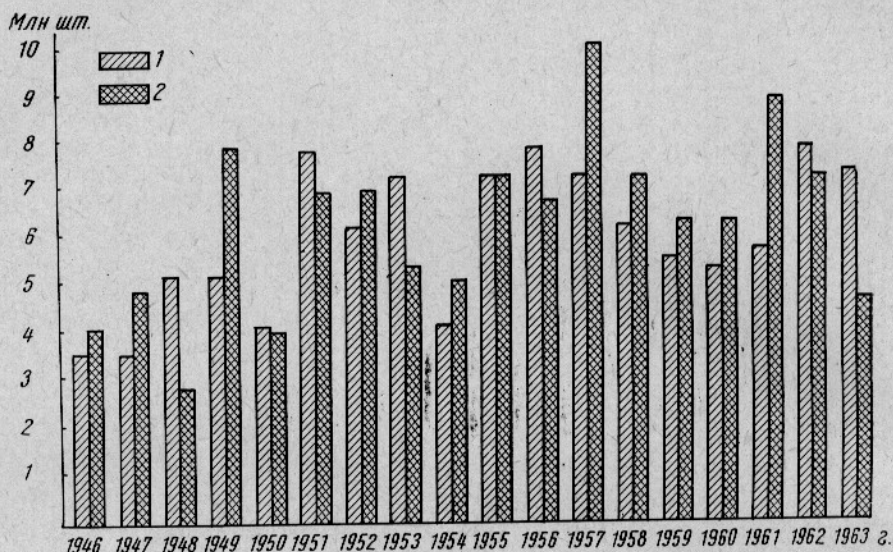


Рис. 3. Оправдываемость прогнозов численности красной р. Озерной:  
1 — прогноз; 2 — действительная численность.

При изучении распространения этого стада в море принимался во внимание специфический возрастной состав, время миграций на нерест и связанная с ним степень зрелости половых продуктов, особенности строения чешуи; в последнее время изучается состав паразитофауны и степень зараженности. Все это дало возможность разработать методы выделения озерновской красной в морских уловах и контролировать динамику ее численности и давать прогнозы.

Определение количеств красной из озерновского нерестового стада в морских уловах двумя принципиально различными методами дало следующие результаты. Первый метод применяли до 1962 г., он был основан главным образом на различиях в возрастном составе в разных локальных стадах красной. Второй метод был применен впервые в 1962 г. и основан не только на различиях в возрастном составе, но и на распределении во времени и в пространстве разных локальных стад в океане.

Вылов озерновской красной в море (в тыс. шт.), определенный двумя способами:

Год	1	2
1958	6200	6217
1959	3000	2845
1960	3700	3200
1961	4000	3850
1962	5060	4900



Хорошее совпадение величин, полученных обоими способами, убеждает в правильности определения вылова половозрелой озерновской красной в море.

Остается рассмотреть возможность составления долгосрочных прогнозов для красной. Достоверный долгосрочный прогноз был бы для промышленности очень ценен.

Если бы исследованная связь между количеством прошедших на нерест рыб-родителей и численностью потомства давала возможность определять численность поколений с необходимой точностью, а возрастной состав в поколениях был достаточно постоянен, то можно было бы прогнозировать численность красной на 2—3 года вперед. Однако, как уже было сказано, связь эта далеко не однозначна, а возрастной состав изменчив, поэтому при прогнозе необходимо учитывать еще целый ряд информации.

Прогноз на следующий год всегда приходится корректировать в соответствии с тем, насколько оправдался предыдущий прогноз. Это необходимо потому, что доля рыб младшего возраста в нерестовом стаде очень велика и нет достаточных показателей для точного предсказания численности этих рыб. Вместе с тем с долей этих рыб в популяции связана и численность красной среднего возраста в нерестовой миграции следующего года.

Помимо этого, контролирование правильности прогноза необходимо по той причине, что прогноз, составленный описанным образом, может хорошо оправдываться только тогда, когда в течение ряда лет условия воспроизводства и нагула рыб мало изменчивы.

Если возникают существенные изменения в условиях, определяющих колебания численности, то прогноз не оправдывается. Если эти изменения кратковременны, получают случайные отклонения в точности прогноза. Если же они длительны и не учитываются, то прогнозы в течение нескольких лет становятся заниженными либо завышенными (как это было с озерновской красной для 1957—1961 гг.). Поэтому корректировка прогноза по оправдываемости предыдущего — совершенно необходима. По этим причинам в ближайшее время давать прогноз по красной на два года вперед с удовлетворительной точностью и надежностью невозможно. Вследствие ежегодного учета этих факторов в составлении прогнозов алгебраическая сумма ежегодных отклонений прогноза от действительной численности за ряд лет близка к нулю.