

УДК 639.211:639.2.053

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ САХАЛИНСКОЙ ГОРБУШИ И ПРОМЫСЛОВЫЕ ПРОГНОЗЫ

А.Н.Канидьев

Сахалинское отделение ТИНРО

Лососям Сахалина, как и лососям других районов, свойственны большие колебания численности. Наиболее отчетливо они проявляются у основных промысловых видов — горбуши и осенней кеты. Амплитуда и периодичность колебаний численности меняются не только по годам, но и по районам нереста, причем они могут быть как случайными, так и закономерными. Судя по уловам, которые в традиционных районах промысла отражают численность лососей, наиболее четко проявляются многолетние и двухлетние периодические колебания горбуши. На западном побережье Сахалина — в основном районе воспроизводства япономорской горбуши — за последние пятьдесят лет экстремумы численности, когда уловы возрастали в 2-4 раза относительно среднего многолетнего, отмечены в 1919, 1930, 1941, 1949, 1959 и 1969 г., т.е. в среднем через 10 лет. На восточном побережье, в районе воспроизводства тихоокеанской горбуши, экстремумы отмечены в 1918, 1928, 1935, 1949, 1956 и 1965 г., на южных Курильских островах — в 1917, 1929, 1937, 1949, 1956 и 1965 г., т.е. через 9-11 лет. Возрастание численности длится обычно 5-6 лет, падение — 3-4 года, а максимальные уровни в трех упомянутых районах превышают минимальные в 19, 40 и 35 раз.

Периоды высокой и низкой численности сахалинской горбуши по районам совпадают, несмотря на то, что экстремумы нередко различаются. Четкость периодических колебаний наиболее наглядно проявляется на западном побережье Сахалина (рис. I), где через равные промежутки времени происходят подъемы и падения численности горбуши. И. Б. Бирман [1 - 3] наиболее убедительно показал обусловленность периодических колебаний численности лососей гелио-геофизическими причинами, вызывающими изменения режима Куроисио. Нарушения режима Куроисио должны отражаться на горбуше как в море, так и в реках на двух смежных поколениях. Из рисунка видно, что численность двух смежных поколений, следующих за периодом максимальной солнечной активности, достигает максимального уровня; численность двух следующих за ними поколений резко снижается. Эта закономерность прослеживается на протяжении последнего пятидесятилетия. Разумеется, уровень колебаний не оставался постоянным, так как сказывалось действие промысла и многих других факторов.

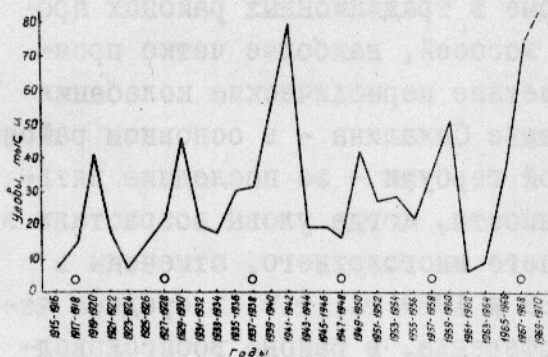


Рис. I. Колебания уловов горбуши на западном побережье Сахалина по двухлетиям с 1915 по 1969 г. Крестиком помечены годы наибольшей солнечной активности

Многолетние периодические колебания численности восточносахалинской и курильской горбуш выражены не так отчетливо, как колебания численности западносахалинской горбуши. Причина, по-видимому, заключается в том, что у восточного Сахалина тихоокеанская горбуша смешивается с япономорской, причем соотношение той и другой в уловах ежегодно меняется. У Курильских островов характер промысла горбуши непостоянен. Из-за некоторой изолированности Японского моря влияние случайных абиотических и биотических фак-

торов на горбушу менее существенно, чем в северо-западной части Тихого океана. По этой же причине многолетние циклические колебания амурской и приморской горбуши, относящихся также к япономорской группировке, проявляются так же четко, как и колебания западносахалинской.

На протяжении одного многолетнего цикла прослеживается двухлетняя периодичность динамики численности горбуши. Судя по уловам, численность сахалинской горбуши двух смежных поколений соотносится как 1:3 или 1:5. Эти колебания достигают 25-кратных размеров. Так, в 1948 г. на Сахалине было добыто 13,4 тыс.ц горбуши, а в 1949 - 321,5 тыс.ц.

Оба смежных поколения в процессе многолетних циклических колебаний изменяются равнозначно. Соотношение между ними в одном 10-11-летнем цикле определяется следующим образом. В период повышения запасов численность одного из двух смежных поколений растет в несколько раз скорее другого, но достигнув экстремума, столь же быстро падает до наиболее низкого уровня, в то время как численность второго поколения, меняясь равнозначно, остается более высокой и сравнительно стабильной. В последующем многолетнем цикле это поколение становится наиболее многочисленным. Таким образом, каждый многолетний цикл завершается сменой периодичности в чередовании урожайных и неурожайных поколений.

В последнее полу столетие, как видно на примере западносахалинской горбуши (см.рис.1), отмечено пять десятилетних циклов колебаний численности горбуши и столько же смен периодичности. Последняя смена периодичности произошла в 1961-1962 гг., и до настоящего времени наиболее многочисленными остаются поколения горбуши нечетных лет.

Следует согласиться с мнением И.Б.Бирмана [3] относительно того, что смена периодичности вызывается теми же причинами, что и многолетние колебания численности, т.е. изменением условий воспроизводства под влиянием климатических факторов в связи с геологическими процессами.

Уровень и пределы колебаний численности сахалинской горбуши в конечном итоге определяются объемом воспроизводства, который характеризуется величиной нерестовой площади

и плотностью заполнения нерестилиц. Об эффективности нереста свидетельствует коэффициент возврата. Сахалинская горбуша заходит на нерест примерно в 200 рек острова (общая площадь нерестилиц этих рек - 20 млн.м<sup>2</sup>). Около 80% нерестилиц располагается к югу от 50° с.ш., т.е. на южной части острова, занимающей менее половины общей площади. На западном побережье Сахалина основные нерестилища располагаются от мыса Крильон до мыса Корсакова. Их общая площадь составляет 4 млн.м<sup>2</sup>. Севернее мыса Корсакова площадь нерестилиц составляет всего 0,8 млн.м<sup>2</sup>. В зал.Анива преобладающая часть нерестилиц горбуши (2 млн.м<sup>2</sup>) находится на его западном побережье, от мыса Крильон до мыса Томари-Анива, и лишь 0,2 млн.м<sup>2</sup> - на остальных участках. На восточном побережье Сахалина от мыса Анива до мыса Терпения нерестилища занимают 9,5 млн.м<sup>2</sup> и далее до мыса Елизаветы - 3,5 млн.м<sup>2</sup>.

Плотность заполнения нерестилиц разных рек производителями горбуши в разные года далеко не одинакова. На участке западного побережья от мыса Крильон до мыса Корсакова в четные годы учтено в среднем 16,9 (от 2,8 до 27) рыб, севернее мыса Корсакова - в среднем 0,5 рыб на 100 м<sup>2</sup> нерестилиц; в нечетные годы на этих же участках учтено соответственно 39 (от 24 до 58) и 4,2 (от 0,2 до 17) рыбы на 100 м<sup>2</sup> нерестилиц. На побережье зал.Анива плотность заполнения в четные годы колебалась от 30 до 55 (в среднем 50) рыб, в нечетные - от 40 до 95 (в среднем 66,7) рыб на 100 м<sup>2</sup> нерестилиц. В реках восточного побережья Сахалина заполнение нерестилиц неравномерно: количество производителей на единицу нерестовой площади уменьшается с юга на север. На участке от мыса Анива до мыса Сенявина в четные годы учтено от 100 до 480 (228) рыб, в нечетные - от 230 до 493 (390) рыб на 100 м<sup>2</sup> нерестилиц; далее к северу до мыса Терпения в четные годы - от 10 до 39 (12) рыб, в нечетные - от 34 до 210 (80) рыб; между мысом Терпения и мысом Елизаветы - соответственно от 0,6 до 1 (0,8) рыб и от 2 до 10 (7,8) рыб на 100 м<sup>2</sup> нерестилиц.

Как в четные, так и в нечетные годы наименьшая плотность заполнения нерестилиц постоянно отмечается в северо-западной и северо-восточной частях, а наибольшая - в юго-восточной части Сахалина. По данным 1961-1968 гг., плотность заполнения в нечетные годы всюду выше, чем в четные, причем наибольшие различия наблюдаются в зал. Терпения, наименьшие - в зал. Анива.

Общее количество производителей, участвующих в нересте, определяется плотностью заполнения нерестилиц и их площадью. Эти величины по районам воспроизводства непостоянны, соответственно меняется и численность производителей (табл. I). На участке восточного побережья между мысом Анива и мысом Сенявина, на нерестовой площади 0,5 млн. м<sup>2</sup>, воспроизводится больше горбуши, чем на всем западном побережье, где нерестовая площадь в 9 раз больше.

Как видно из сказанного, различия в численности горбуши, заходящей на нерест в разные районы Сахалина, во много раз превышают различия в численности ее смежных поколений, нерестящихся в одних и тех же районах. Эти различия сохраняются на протяжении длительного времени и определяются, по-видимому, абиотическими условиями размножения и экологической локальностью группировок.

Так, в северо-западном и северо-восточном районах воспроизводства, где гидрологический режим и качество нерестилиц стабильны и где почти нет промысла, объем воспроизводства остается низким, тогда как в юго-восточном районе, несмотря на большую промысловую нагрузку, объем воспроизводства сохраняется на высоком уровне.

К сожалению, пока нет ни точных критериев оценки качества нерестилиц, ни объяснения тому, почему лососи предпочитают одну из двух, иногда даже расположенных рядом, рек, в которых не удается найти различий ни в качестве грунта, ни в качестве воды.

## Заполнение сахалинской горбушей нерестилищ острова

Район воспроизводства	Нерестовая площадь, млн. м <sup>2</sup>	Плотность заполнения, шт/100 м <sup>2</sup>	Количество рыб		
			зашедших на нерестилища, тыс. шт.	выловленных в прибрежье	
				тыс. шт.	%
Западное побережье	4,8	-	$\frac{680}{1594}$	$\frac{1991}{2701}$	$\frac{67,8}{62,8}$
мыс Крильон - - мыс Корсаков	4,0	$\frac{16,9}{39,0}$	$\frac{676}{1560}$	-	-
мыс Корсаков - - мыс Елизаветы	0,8	$\frac{0,5}{4,2}$	$\frac{4}{34}$	-	-
Зал. Анива	2,2	$\frac{50,0}{66,7}$	$\frac{1100}{1467}$	$\frac{616}{1243}$	$\frac{35,9}{54,1}$
Восточное побережье	13,0		$\frac{2248}{9423}$	$\frac{971}{6552}$	$\frac{30,1}{41,0}$
мыс Анива - - мыс Сенявина	0,5	$\frac{228,0}{390,0}$	$\frac{1140}{1950}$	-	-
мыс Сенявина - - мыс Терпения	9,0	$\frac{12,0}{80,0}$	$\frac{1080}{7200}$	-	-
мыс Терпения - - мыс Елизаветы	3,5	$\frac{0,8}{7,8}$	$\frac{28}{273}$	-	-

Примечание. В дробях: числитель - четные, знаменатель - нечетные годы.

Объем воспроизводства не везде соответствует объему промысла горбуши. В связи с этим удается установить соотношение между ними лишь в целом по побережьям и с существенными оговорками. Из табл. I видно, что на западном побережье вылавливается в среднем 62,8-67,8% общей численности преднерестовой группировки, на восточном побережье - 30,1-41% и в заливе Анива - 35,9-54,1%. На западном побережье основной район промысла - мыс Лопатина - мыс Слепиковского - невелик. Мечение горбуши в зоне ставных неводов этого района, проведенное Сахалинским отделением ТИНРО, показало, что здесь весной собирается смешанная группировка японо-морской горбуши: часть особей нерестится на западном побережье, часть - на юго-восточном, а часть - в зал. Анива. Эта горбуша отличается от нерестящейся там же тихоокеанской экологическими и морфологическими признаками [4]. Следовательно, объем воспроизводства горбуши, вылавливаемой у западного берега, значительно выше того объема, о котором можно судить на основании заполнения нерестилиц только в реках западного побережья.

От количества производителей, участвующих в нересте, в основном зависит численность потомства, а следовательно, и уровень запаса. Недостаток производителей снижает запас, с повышением количества родительских пар возрастает численность потомства. Но так как вместимость нерестилиц имеет предел, возникает вопрос об оптимальном соотношении между численностью родителей и потомства. Многолетние исследования на контрольной реке Лесной (юго-восточное побережье Сахалина), проводимые Сахалинским отделением ТИНРО, показали, что между численностью родителей и потомства до определенного момента наблюдается прямая зависимость, затем - обратная (рис. 2). Как видно из рисунка, оптимальное соотношение между количеством горбуши и количеством покатной молоди достигается при нересте примерно 300 тыс. производителей. Очевидно, пропуск на нерестилища большего количества горбуши нецелесообразен, так как дальнейшее повышение количества производителей вызывает резкое снижение как относительной, так и абсолютной численности потомства. Например,

в 1963 г., когда количество производителей больше чем вдвое превысило оптимальное, численность покатной молоди возросла лишь на 7 %, а в 1965 г., когда в р.Лесной было учтено 1300 тыс.рыб, потомство оказалось в 2,5 раза малочисленнее, чем при нересте 320 тыс.рыб (1964 г.).

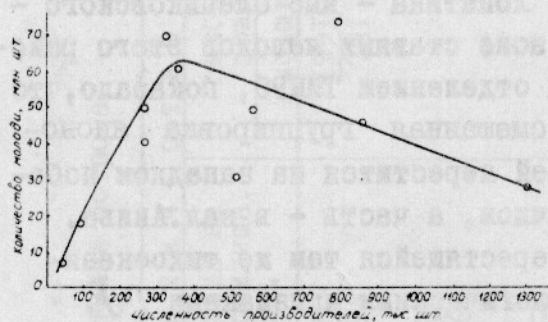


Рис. 2. Зависимость между численностью производителей и количеством молоди в р.Лесной.

быть иной; в некоторых районах Сахалина даже в наиболее урожайные годы она бывает меньше. Возможно, критерий оценки той или иной реки как нерестового водоема выбирается неверно. В настоящее время нерестилища горбуши оцениваются в основном по качеству грунтов и скорости течения, но есть немало примеров тому, что нерестилища, равноценные по этим показателям, из года в год заполняются неодинаково.

В условиях оптимальной плотности заполнения нерестилищ в р.Лесной продуктивность нереста, или так называемый коэффициент ската, т.е. количество покатной молоди в процентах к средней плодовитости одной самки, составляет 27,2 %.

При плотности заполнения нерестилищ выше оптимальной коэффициент ската снижается. Это снижение вызывается несколькими причинами: во-первых, при повторном нересте гибнет часть ранее отложенной в грунт икры, во-вторых, при избытке производителей используются мало пригодные для нереста участки реки (мелководные, обсыхающие в зимнюю межень, заиленные, с очень мелкими или, наоборот, очень крупными грунтами и т.д.). При высокой численности горбуши относи-

Общая площадь нерестилищ р.Лесной равна 140 тыс.м<sup>2</sup>, следовательно, при оптимальном количестве производителей в этой реке — 300 тыс.шт. — на квадратный метр нерестовой площади приходится примерно два производителя. Оптимальная плотность заполнения нерестилищ для других районов воспроизводства, очевидно, может



тельно возрастает количество травмированных и физиологически слабых особей.

При плотности заполнения нерестилиц ниже оптимальной продуктивность нереста не возрастает, коэффициент ската либо не меняется, либо снижается. Причиной этого снижения, по-видимому, является ухудшение условий размножения, так как спорадический нерест ограничивает мелiorативное действие перекапывания нерестилиц при постройке нерестовых бугров, нерестилица не очищаются полностью от биогенных остатков, кроме того, остаются уплотненные участки грунта, препятствующие движению подруслового потока и равномерному распределению его по нерестилице. При этих условиях возрастает гибель икры в гнездах в период эмбрионально-личиночного развития.

Таким образом, продуктивность нереста горбуши снижается как с увеличением, так и с уменьшением (относительно оптимального) уровня плотности заполнения нерестилиц, но в первом случае больше, чем во втором. Это подтверждается результатами многолетних работ Сахалинрыбвода по определению коэффициента ската на контрольных реках. Во всех районах Сахалина коэффициенты ската у урожайных поколений ниже, чем у неурожайных (табл.2). Средние показатели коэффициента ската поясняют зависимость продуктивности нереста от плотности заполнения нерестилиц на разных реках. Наиболее высокий средний коэффициент ската наблюдался в р.Поронай, где заполнение нерестилиц обычно ниже нормы или близко к ней. Наиболее низким коэффициент ската был в р.Инануси. В этой реке 7 лет из 10 заполнение нерестилиц почти вдвое превышало норму. В р.Покосной средняя плотность заполнения нерестилиц больше отклонялась от нормы, чем в реках Лесной и Хвостовке, что соответственно снизило и коэффициент ската.

Любое снижение коэффициента ската характеризует усиленные действия факторов отбора. Следовательно, выжившая молодь при прочих равных условиях должна быть более жизнестойкой.

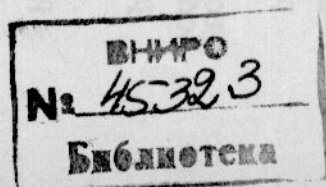


Таблица 2

## Коэффициенты ската сахалинской горбуши

Район воспроизводства	Г о д ы									Средний	
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968		
Юго-западное побережье											
р. Полюсная	3,7	8,4	7,0	28,0	5,4	18,0	6,2	23,7	21,0	13,5 (8,7-19,5)	
Зад. Анива											
р. Хвостовка	-	20,0	2,4	27,6	6,8	-	21,1	23,5	17,7	16,5 (12,0-23,7)	
Юго-восточное побережье											
р. Лесная	26,3	24,2	7,0	23,4	12,1	27,2	2,7	10,8	6,5	15,5 (10,9-21,4)	
р. Инануси	2,0	5,3	3,2	13,8	11,2	13,7	5,4	3,5	2,9	7,6 (4,9-9,1)	
Зад. Терпения											
р. Поронай	16,3	26,7	22,5	28,7	23,9	26,0	29,3	20,1	3,3	21,8 (19,0-25,3)	

Примечание. В скобках даны средние показатели за четные и нечетные годы.

Исследования на р.Лесной позволяют проследить характерную зависимость между коэффициентом ската и коэффициентом возврата, который, безусловно, отражает жизнестойкость молодежи и общую выживаемость потомства. Коэффициент возврата обозначает здесь количество вернувшихся в родную реку рыб в процентах от количества молодежи, скатившейся весной предыдущего года. Из табл.3 видно, что почти каждое снижение коэффициента ската относительно предыдущего соответствует повышению коэффициента возврата, а каждое возрастание коэффициента ската — снижению коэффициента возврата. Исключение было лишь в одном случае: коэффициент ската в 1961 г. несколько снизился относительно 1960 г., но возврат производителей этого поколения в 1962 г. также оказался ниже предыдущего года. На протяжении десяти лет наблюдений каждому снижению или повышению коэффициента ската следуют обратные изменения коэффициента возврата.

Естественно, в этом процессе нельзя ожидать пропорциональной зависимости. В нескольких случаях (1962, 1964 и 1966 г.) наиболее низкому коэффициенту ската соответствовал наиболее высокий коэффициент возврата.

Величины коэффициента ската и коэффициента возврата не связаны простой функциональной зависимостью, поэтому существующую между ними связь можно выразить, определив коэффициент корреляции при альтернативной изменчивости, т.е. в зависимости от возрастания или снижения коэффициента ската вычислить тетракорический показатель связи с возрастанием или снижением коэффициента возврата (табл.4).

Как видно, во всех случаях при возрастании коэффициента ската наблюдалось снижение коэффициента возврата соответствующего поколения и, наоборот, снижение коэффициента ската в пяти случаях из шести вызвало возрастание коэффициента возврата относительно предыдущего поколения. Зависимость выражается следующей величиной:

$$\tau = \frac{-3.5}{3.6 \cdot 5 \cdot 4} = \frac{-15}{18,974} = -0,79.$$

Таблица 3

## Показатели воспроизводства горбуши в р.Лесной

Показатели	Г о д ы											
	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Заполнение рыбами нерестилиц, тыс.шт.	350	87	36	860	262	800	320	1300	564	508	263	500
Скат молоди с нерестилиц, млн.шт.	-	60,0	18,3	7,0	45,0	50,0	77,5	69,9	28,2	48,5	26,7	40,0
Выпуск молоди рыбо-водными заводами, млн.шт.	-	-	-	15,0	16,3	5,0	15,4	17,0	15,0	16,9	19,7	28,0
Коэффициент ската	-	26,9	26,3	24,2	7,0	23,4	12,1	27,2	2,7	10,8	6,5	20,0
Коэффициент возврата	-	-	0,10	4,7	1,2	3,0	0,58	1,3	0,68	1,15	0,41	1,0

Таблица 4

Изменения коэффициента возврата горбуши в зависимости от изменения коэффициента ската молоди

Коэффициент ската	Коэффициент возврата		
	возрастает	снижается	
Возрастает	0	3	3
Снижается	5	1	6
$\Sigma$	5	4	$n = 9$

Коэффициент корреляции (-0,79), проверенный критерием хи-квадрат, показывает достоверную связь:

$$\chi^2 = 9 \cdot (-0,79)^2 = 5,62,$$

т.е. при одной степени свободы сохраняется высокая степень связи ( $0,99 > P > 0,95$ ).

На фоне сравнительно напряженного, но стабильного промысла горбуши как в прибрежье, так и в открытом море связь между коэффициентом ската и коэффициентом возврата дает представление о естественной регуляции численности горбуши (имеются в виду нормальные абиотические условия переста): повышение численности производителей приводит к понижению коэффициента ската, понижение коэффициента ската - к повышению коэффициента возврата.

Коэффициент ската зависит от плотности заполнения нерестилиц, но не является ее функцией. Оптимальная плотность заполнения нерестилиц в р.Лесной соответствует коэффициенту ската 27,2 %, в других реках - от 13,8 до 29,3 %. Эти величины определяются специфичностью нормальных абиотических и биотических условий в реках и, по-видимому, экологической особенностью популяций горбуши родной реки. Повышение плотности заполнения нерестилиц относительно оптимальной приводит к тому, что обычные условия в реках для части нерестовой популяции, которая бывает вынуждена откладывать икру на неполноценных участках реки, оказывают элиминирующее действие. При этом снижаются коэффициент ската и общая численность покатной молоди, но возрастает ее жизнестойкость и

соответственно коэффициент возврата. Однако уровень изменений коэффициента ската обычно непропорционален плотности заполнения нерестилищ. Это объясняется тем, что на продуктивность нереста и соответственно величину коэффициента ската большое влияние оказывают климатические факторы данного года, главным образом через изменения гидрологического режима в реках. Отрицательно влияют на воспроизводство лососей крайние отклонения гидрологических факторов [1], к которым большинство исследователей [7 - 9, 11] относит падение уровня воды и уменьшение стока вскоре после нереста или в зимние месяцы и вызванное этим обсыхание и промерзание нерестовых бугров. Обнаружена отрицательная зависимость между весенне-летней температурой воды и выживанием молоди кижуча [15] и горбуши [14], между расходом воды в октябре и выживанием кеты и горбуши [10] и положительная - между количеством осадков в июле, высотой снежного покрова, температурой воздуха зимой и выживанием молоди кеты [5, 6], зимней температурой воды и урожаем молоди горбуши [2].

По-видимому, в силу климатических особенностей Сахалина изменение водности нерестовых рек является основным фактором, влияющим на эффективность нереста горбуши. Изменение количества осадков и соответственно изменение уровня реки относительно средних многолетних наиболее заметно влияет на численность потомства. Как показали результаты наблюдений в юго-восточной части Сахалина, достаточно убедительным примером являются условия и эффективность нереста горбуши на протяжении последних десяти лет (1960-1969). Например, в период нерестового хода в августе 1965 г. количество осадков снизилось втрое относительно среднего уровня. Реки обмелели, проход горбуши на нерестилища был затруднен. Недостаток воды в период массового хода горбуши к нерестилищам был причиной донерестовой гибели 15-20 % производителей. С начала сентября и весь период нереста горбуши шли дожди и количество осадков вдвое превысило норму. Часть поймы была затоплена, горбуша нерестилась на участках, покрываемых водой только в паводки. С конца октября (после завершения нереста) уровень рек стал быстро падать и к концу ноября оказался вдвое ниже нормы. Около 30 % нерестовых бугров, как показали наблюде-

ния на реках Инануси, Долинке и Фирсовке, оказались на суше. К концу декабря уровень воды достиг нормы, но благоприятные условия эмбрионально-личиночного развития не могли компенсировать потери. Общая численность покатной молодежи относительно родительского стада и продуктивность нереста каждой самки резко сократились. Коэффициент ската, например, в реках Инануси и Фирсовке снизился вдвое, в р.Лесной - вчетверо.

К подобным же результатам приводят противоположные изменения гидрологических условий во время нереста. В сентябре 1967 г. выпало в 3,5 раза меньше осадков относительно средней многолетней величины, а уровень рек снизился вдвое. Как и в 1965 г., наблюдалась повышенная донерестовая гибель производителей. Горбуша нерестилась на узкой полосе основного русла, т.е. на наиболее уплотненных грунтах с крупными фракциями, постройка нерестовых гнезд требовала больших усилий, и слабые особи отложили икру в верхний слой грунта, где вероятность гибели ее от заиления и смещения грунта, безусловно, больше. Потери икры при нересте были значительней, чем обычно. В период эмбрионально-личиночного развития количество осадков и уровень рек не выходили за пределы средних многолетних. Тем не менее численность покатной молодежи и коэффициент ската, как было установлено на примере рек Лесной и Инануси, снизились на 30-40 %. Несколько менее выраженное отклонение гидрологического режима в период нереста горбуши наблюдалось в 1961 г., и весной 1962 г. численность покатной молодежи соответственно снизилась.

Отрицательное влияние на выживаемость потомства оказывает снижение количества осадков в зимние месяцы. Например, нерест и начальный период эмбриогенеза горбуши в 1966 г. проходили в нормальных гидрологических условиях, но с января по март количество осадков снизилось на 35-60% относительно средней многолетней величины. Уровень рек оставался почти в пределах нормы, но коэффициент ската снизился в 1,5-2 раза по сравнению со средней за последнее десятилетие величиной. На Сахалине, как и в других районах Дальнего Востока, выживаемости потомства лососей благоприятствует повышенный уровень рек в зимние месяцы. Как показали наблюдения в 1962 и 1964 г., в период нереста и эмбрионального развития горбуши

количество осадков и тесно связанный с ним уровень рек были нормальными, а в январе-марте 1963 и 1965 г., в период личиночного развития - почти вдвое выше нормы. Коэффициент ската оказался очень высоким - на контрольных реках он превысил среднюю величину на 60-80%.

Очевидно, распределение осадков на протяжении года, а следовательно, понижение или повышение уровня рек сказываются на эффективности воспроизводства. Увеличение или уменьшение количества осадков в период нереста горбуши и уменьшение их количества в период ее эмбрионально-личиночного развития элиминирует численность потомства, увеличение количества осадков в период личиночного развития горбуши способствует выживанию потомства. Недостаточно ясен характер влияния гидрологических факторов в период эмбриогенеза, однако можно полагать, что после завершения нереста в первые месяцы инкубационного периода любые изменения уровня реки нежелательны. Если нерест в августе-сентябре проходил при высоком уровне реки, высокий уровень в октябре-ноябре способствует благополучию эмбриогенеза, но вызывает повышенную гибель икры, отложенной при низком уровне реки. Особенно низкий коэффициент ската наблюдается в том случае, когда большой численности производителей сопутствуют неблагоприятные гидрологические условия в реках. Вследствие низкой относительной выживаемости потомства может снизиться и абсолютная численность покатной молодежи.

Таким образом, показателем эффективности нереста может служить коэффициент ската, который определяется численностью нерестящейся рыбы и гидрологическими условиями в реке. В разных районах ареала он различен, но в общем остается в пределах величин, сравнимых с данными по Сахалину. Например, коэффициент ската канадской горбуши составляет от 6,9 до 23,8% [13], аляскинской - 8,1-22,8% [12], амурской - 9,1-9,3% [7].

Сахалинские лососи воспроизводятся не только естественным, но и искусственным путем. Заводское разведение существенно влияет на общую численность популяций.



На 21 заводе выводится ежегодно примерно 600 млн. мальков, в том числе около половины горбуши. В последние 8 лет (1962-1969) на западном побережье Сахалина в четные годы заводы выпускали в среднем 40 млн. мальков, в нечетные - 17,4 млн.; в зал.Анива - соответственно 36,6 млн. и 27,6 млн. Следовательно, в общей сложности ежегодно выпускалось 45-70 млн. мальков япономорской горбуши. На восточном побережье в четные годы заводы выпускали 100,2 млн., в нечетные - 62,4 млн. мальков тихоокеанской горбуши. Чтобы оценить значение искусственного разведения горбуши в ее общем воспроизводстве, прежде всего необходимо сравнить численность покатной молодежи, родившейся в реках и на заводах. Выше была показана средняя численность производителей в реках по районам Сахалина (см.табл.1). Зная соотношение полов и средний коэффициент ската в контрольных реках по районам острова (см.табл.2), нетрудно установить общее количество покатников: перемножить количество самок, среднюю плодовитость и коэффициент ската и разделить произведение на сто.

Как показал расчет, на западном побережье Сахалина в четные годы скатывается 104 млн., в нечетные - 99,4 млн. мальков, в зал.Анива в четные годы - 132 млн., в нечетные - 195,5 млн. мальков, на восточном побережье - соответственно 1224 млн. и 391 млн. мальков (между мысом Анива и мысом Сенявина принят коэффициент ската по р.Лесной, между мысом Сенявина и мысом Елизаветы - по р.Поронай).

Из сопоставления численности покатной молодежи, родившейся в реках и выведенной на рыбоводных заводах, видно, что на западном побережье Сахалина заводское разведение в общем воспроизводстве в четные годы составляет 27,7%, в нечетные - 14,8%; в зал.Анива в четные годы - 19,3%, в нечетные - 12,4%; на восточном побережье - соответственно 7,6% и 13,8%. Приведенные расчеты сделаны на основании средних показателей по трем большим районам. В пределах каждого из этих районов как естественное, так и искусственное воспроизводство распределяются неравномерно, причем все заводы, выводящие горбушу, расположены южнее 50°с.ш., а естественные нерестилища - не все. Весь прибрежный промысел горбуши, за небольшим исклю-

чением, осуществляется также южнее 50° с.ш. Следовательно, значение искусственного разведения в прибрежном промысле горбуши фактически выше, чем показывает сравнение объемов естественного и заводского воспроизводства. Особенно это относится к западному побережью, где основные нерестовые реки рассредоточены на участке побережья длиной более 400 км — от мыса Лопатина до мыса Корсакова, а рыболовные заводы располагаются в южной половине этого участка, там же, где существует традиционный промысел горбуши. В связи с этим горбуша заводского разведения облавливается наиболее интенсивно. Это подтверждается также четкой зависимостью между объемом промысла и объемом искусственного разведения. Ниже приводятся данные о воспроизводстве и уловах горбуши у юго-западного побережья Сахалина.

Год	Выпуск молоди, млн. шт.	Улов, тыс. ц
1962	19,3	-
1963	11,0	14,7
1964	43,3	2,8
1965	10,2	38,6
1966	32,6	32,7
1967	30,1	84,9
1968	64,9	66,2
1969	-	100,0

Приведенные данные показывают, что каждому повышению или снижению численности выпускаемой заводами западного побережья молоди горбуши следовало соответствующее изменение величины улова горбуши этого поколения в следующем за выпуском году. Разумеется, величина уловов не является следствием только заводского воспроизводства, но она дает представление о большой зависимости величины улова от объема заводского разведения.

Положительное влияние заводского разведения горбуши на запасы оценивается не только по участию его в общем воспроизводстве. Чрезвычайно важное значение имеет такой фактор, как эффективное использование заводами производи-

телей. При естественном размножении (на примере контрольных рек) средний коэффициент ската равен 15%, в то время как при заводском разведении - 95%, т.е. в 7 раз больше. В 1969г. рыболовные заводы Сахалина выпустили 250 млн. мальков горбуши. Для выведения их в 1968 г. было использовано 169,4 тыс. самок и 107 тыс. самцов, т.е. примерно столько, сколько нерестится в одной небольшой реке Инануси на юго-восточном побережье. Но численность покатной молодежи в этой реке равна в среднем 12 млн. штук. Как показали приведенные расчеты, в общей сложности в четные годы из рек Сахалина скатывается округленно 1630 млн., в нечетные - 686 млн. мальков. Численность производителей (см. табл. I) составляла соответственно около 4 млн. и 12 млн. При заводском выведении этого же количества молодежи, исходя из разницы в коэффициентах ската, понадобилось бы всего от 570 до 1700 тыс. рыб. Нетрудно представить, что резерв промысла, учитывая среднюю численность вылавливаемой ежегодно горбуши, при этом повысился бы вдвое. Немаловажное значение имеет и стабильность воспроизводства, так как объем искусственного разведения по сравнению с естественным размножением мало зависит от изменений гидрологических факторов в пресноводный период жизни рыб. Это в свою очередь способствовало бы уверенному и, следовательно, более рациональному ведению промысла.

В современных условиях для сохранения запасов недостаточно только покровительственных мер, распространяемых на естественное воспроизводство. Необходимо активное вмешательство в этот процесс, направленное на повышение коэффициента возврата. Доступность лососей на всех стадиях эмбрионального и постэмбрионального развития при заводском разведении открывает возможность целенаправленного воздействия на развивающийся организм. Современный уровень биотехники лососеводства создает реальные предпосылки к повышению запасов лососей при помощи заводского разведения.

Факторы, характеризующие изменение численности горбуши, представляют основу для оценки и прогнозов уловов. Отправной точкой для оценки запасов служит статистика уловов в открытом море и прибрежье при контролируемом промысловом усилии

с учетом естественной тенденции изменения численности горбуши в многолетнем и двухлетнем циклическом процессе. Но конкретное представление о численности горбуши можно получить лишь после всестороннего изучения ее морфо-биологических особенностей и процесса нереста. Оценка будущего поколения начинается с биологических анализов производителей, элементами которых является длина, вес, коэффициент зрелости и упитанности, плодовитость, темп роста, наличие травм, паразитов и болезней. В один сезон достаточно 20-30 анализов (по 100 рыб в каждом) в трех-пяти районах Сахалина.

После захода горбуши в нерестовые реки определяется плотность заполнения ею нерестилищ методом авиационного и наземного учета. Дважды, обычно в конце августа и середине сентября, Сахалинское отделение ТИНРО проводит облет 80-100 наиболее важных нерестовых рек Сахалина. Подсчет производителей на нерестилищах осуществляется по разработанной системе авиаучета при средней скорости полета 150 км/ч. на высоте 150 м. Одновременно на 20-30 нерестовых реках Сахалинрыбвод проводит наземный учет численности производителей на нерестилищах. Наземный учет проводится на реках с неудобным для авиаучета ландшафтом, а иногда и параллельно с авиаучетом для корректировки этих двух видов наблюдений.

В период нереста горбуши на нескольких контрольных реках проводятся наблюдения за эффективностью нереста и гидрометеоусловиями. Сведения о количестве отнерестившихся самок, их плодовитости и среднем для четных и нечетных лет коэффициенте ската дают возможность определить потенциальную численность покатной молодежи япономорской и тихоокеанской группировок горбуши. Осенне-зимние наблюдения позволяют вводить поправку к тенденции изменения потенциальной численности покатной молодежи в зависимости от гидрологических и общих метеорологических факторов в период нереста и эмбрионально-личиночного развития по районам Сахалина. Принимаются во внимание и морфо-физиологические особенности производителей. Несмотря на прямую зависимость между размерами и плодовитостью горбуши, четкой зависимости между размерами производителей и численностью потомства установить не удается.

Окончательное заключение о численности дочернего поколения можно дать после учета покатной молодежи. Численность покатной молодежи по западному побережью контролируется на примере р.Покосной, в зал.Анива - на примере рек Лытоги и Хвостовки, по юго-восточному побережью - на примере рек Лесной и Инануси и по зал.Терпения - на примере р.Поронай. Покатную молодежь учитывают с конца апреля по конец июня. Учет ведется по методу выборочных обловов А.Я.Таранца [9], усовершенствованному СахТИНРО и Сахалинрыбводом применительно к малым рекам Сахалина. Пункты по учету ската расположены в устьях рек, поэтому результаты не нуждаются в поправке на гибель молодежи в реке (за исключением р.Поронай). Данные о численности покатной молодежи горбуши на контрольных реках экстраполируются на все реки данного района, на которых проводился учет заполнения нерестилиц, по принципу пропорционального соотношения в зависимости от численности родителей. На основании общей численности молодежи, родившейся в нерестовых реках и на рыбоводных заводах каждого из трех основных районов Сахалина, и среднего коэффициента возврата в контрольных реках можно определить предполагаемую численность преднерестовых скоплений горбуши в прибрежной зоне весной следующего после ската молодежи года. Контрольные реки в этом случае служат моделью для всего района, на который экстраполируется коэффициент ската молодежи и коэффициент возврата взрослых рыб.

Однако целесообразнее, на наш взгляд, определять численность преднерестовой горбуши по коэффициенту возврата, вычисленному на основании соотношения между численностью покатной молодежи и численностью выловленных и пропущенных в реки рыб данного поколения в каждом из трех основных районов Сахалина. Таким путем можно оценить подходы горбуши, которая воспроизводится не только на участке промысла, но и в других районах Сахалина. Получены следующие коэффициенты возврата горбуши в прибрежье:

Район	Четные годы	Нечетные годы
Западное побережье . . . . .	2,28	2,98
Зал.Анива . . . . .	0,77	1,65
Восточное побережье . . . . .	0,73	1,21

Как видно из приведенных данных, в нечетные годы по всем районам Сахалина коэффициент возврата выше, чем в четные, в то время как выживаемость потомства в реках ниже. Наиболее высокий показатель возврата горбуши в прибрежную зону у юго-западного побережья объясняется, по-видимому, обловом смешанной группировки. Часть горбуши в скоплениях у западного побережья, как упоминалось выше, нерестится в зал.Анива и по юго-восточному побережью. Следовательно, возврат в прибрежье собственно западносахалинской горбуши фактически ниже, а в зал.Анива и к восточному побережью — выше, чем показывают коэффициенты. Тем не менее в практических целях коэффициентами удобно пользоваться. Определив численность покатной молодежи, с помощью коэффициентов возврата нетрудно установить предполагаемую численность подходов преднерестовой горбуши в районы промысла, а отсюда — и объем промысла. Величину промыслового изъятия горбуши у западного побережья можно планировать в объеме 60%, в зал.Анива и у восточного побережья — в объеме 50% от общей численности нерестового стада. Благоприятное соотношение между воспроизводством и промыслом при этих условиях в последние годы подтверждается состоянием запасов сахалинской горбуши, уровень которых сейчас выше среднего за последние пятьдесят лет.

Коэффициенты возврата горбуши в прибрежье по районам Сахалина отражают средние условия воспроизводства и нуждаются в ежегодной поправке. Кроме того, необходимо учитывать качество покатной молодежи. Зависимость возврата от качественных особенностей покатников изучена слабо. Но, очевидно, относительное повышение размеров покатной молодежи, как и понижение коэффициента ската, предполагает повышение коэффициента возврата.

Численность горбуши в большей мере, чем численность других видов тихоокеанских лососей, подвержена колебаниям под влиянием факторов среды. Прогнозирование ее запасов и величины уловов в прибрежье даже при стабильном промысле в открытом море наиболее затруднительно и требует тщательного исследования в первую очередь абиотических и в особенности

гидрологических факторов в период нереста и эмбрионально-личиночного развития, а также анализа жизнестойкости потомства. Усиление исследований в этих направлениях, по-видимому, должно быть основой совершенствования методики оценки численности горбуши.

### Л и т е р а т у р а

1. Бирман И.Б. Динамика численности и современное состояние запасов кеты и горбуши в бассейне Амура. - Тр. совещ. по вопр. лосос. хоз-ва Дальн.Вост., вып.4, 1954, с.22 - 37.
2. Бирман И.Б. О влиянии максимумов солнечной активности на условия размножения горбуши. - ДАН СССР, т.103, 1955, № 4, с.717 - 719.
3. Бирман И.Б. Влияние климатических факторов на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.). - "Вопр. ихтиол.", т.6, вып.2(39), 1966, с.208 - 221.
4. Двинин П.А. Лососи Южного Сахалина. - Изв. ТИРО, т.37, 1952, с.69 - 108.
5. Костарев В.Л. Некоторые закономерности колебаний численности охотских лососей. - Сб."Лососевое хоз-во Дальн.Вост.", М., "Наука", 1964, с.77 - 83.
6. Костарев В.Л. О связи урожайности молоди кеты с высотой снежного покрова и температурой воздуха в зимний период. - "Рыбн.хоз-во", 1964, № 9, с.28 - 30.
7. Леванидов В.Я. Закономерности динамики численности лососей в бассейне Амура и пути воспроизводства запасов. - Сб."Лососевое хоз-во Дальн.Вост.", М., "Наука", 1964, с.49 - 68.
8. Смирнов А.Г. Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний. - Изв. ТИРО, т.25, 1947, с.33 - 52.
9. Таранец А.Я. Исследование нерестилищ кеты и горбуши в бассейне р.Иски. - "Рыбн.хоз-во", 1939, № 12, с.14 - 18.
10. Brian, T. Research findings of the Pacific Biological Station. *Canad. Fisherman*, vol.41, No.21, 1954, pp.21-23.

11. Foerster, R.E. The Pacific salmon on the Canadian Pacific coast with particular reference in or near fresh water. Intern. North. Pac. Fish. Comm. Bull., No. 1, 1955, pp. 5-56.
12. Merrell, T.R. Freshwater survival of pink salmon at Sashin Creek, Alaska. Symposium on pink salmon, Vancouver, 1962, pp. 59-72.
13. Pritchard, A.L. Efficiency of natural propagation of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in McClinton Creek, Masset inlet, B.C. J. Fish. Res. Bd. Canada, vol. 7, No. 5, 1948, pp. 224-236.
14. Royal, L.A. Survival in the estuaries is the most critical phase. West. Fish., vol. 64, No. 6, 1962, pp. 16-17.
15. Wickett, W.P. The coho salmon population of Nile Creek. Progr. Rept. Pacif. Coast. Stat., No. 89, 1951, pp. 88-91.

REGULARITIES OF FLUCTUATIONS IN THE NUMERICAL STRENGTH  
OF PINK SALMON OFF SAKHALIN

A. N. Kanidyev

S U M M A R Y

The abundance of pink salmon off Sakhalin is subject to sharp fluctuations. In recent 5 decades five ten-year cycles of fluctuations in their abundance and the same number of shifts of periodicity have been observed. The fluctuations are caused by changes in the reproduction conditions affected by climatic factors due to heliophysical processes. There is a direct relation between the numerical strength of spawners and that of their offspring, however afterwards a reverse relation is established since the optimum number of spawners is governed by the density of spawners on the spawning grounds and the space available for spawning. Fluctuations in the water content in the rivers are considered to be a leading factor affecting the spawning of pink salmon.

The sizes of catches depend on the scope of rearing which is particularly important for the inshore fishery where reared pink salmon are intensively caught.