

УДК 597.553.2:639.2.053.8

ГОРБУША (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА: МОНИТОРИНГ И ЕГО НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

А.М. Каев

*Зав. лаб., д. б. н., НИИ опережающего развития Сахалинского госуниверситета 693000, Южно-Сахалинск, Коммунистический пр., 33
Тел.: (4242) 45-23-01, факс: (4242) 45-23-00. E-mail: kaev@outlook.com*

ГОРБУША, САХАЛИНО-КУРИЛЬСКИЙ РЕГИОН, МОНИТОРИНГ, ЧИСЛЕННОСТЬ, ПРОГНОЗ, ФАКТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ

Показано современное состояние мониторинга численности и воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в районах нереста ее основных стад в Сахалино-Курильском регионе (контроль количества производителей на нерестилищах, число пунктов, где ежегодно в контрольных реках изучали покатную миграцию молоди горбуши, расположение ставных неводов, в которых изучали биологические показатели горбуши). Прогнозирование запасов горбуши осуществляется на основе изучения соотношения численности покатной молоди и последующих нерестовых возвратов рыб соответствующих поколений. Наиболее крупные ошибки прогноза чаще возникали в годы, когда происходили изменения в соотношении численности рыб разных генеративных линий.

PINK SALMON (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*) OF THE SAKHALIN-KURIL REGION: MONITORING AND SOME RESULTS ON

A.M. Kaev

*Head of Lab., Dr. Sc. (Biology); Institute of Advanced Development, Sakhalin State University
693000, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk, Kommunistichesky Pr., 33
Tel.: (4242) 45-23-01. E-mail: kaev@outlook.com*

PINK SALMON, SAKHALIN-KURIL REGION, MONITORING, ABUNDANCE, FORECAST, ACTUAL RETURN

The current state of monitoring for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* abundance and reproduction in spawning river basins of the major stocks of the Sakhalin-Kurile region (control of the number of spawners on spawning grounds, the number of stations for annual sampling of juvenile escapement in monitored rivers, the sites of setting the trap-nets, where biological data are collected) is described. The forecast of the pink salmon stock abundance is usually based on estimation of the ratio between the number of juvenile escapement and the number of returned adult individuals from the corresponding year classes. Errors of the forecast is often high in the years when the ratio between the abundances of different generative lines has changed.

В Сахалино-Курильском регионе за последнее 30-летие горбуша составляла в среднем 86% уловов тихоокеанских лососей. Лишь в последнее 10-летие ее доля уменьшилась в среднем до 77%, что связано как со снижением запасов этого вида, так и с увеличением численности кеты заводского происхождения. То есть горбуша является важнейшим объектом промысла в регионе, на который приходилась половина ее дальневосточных уловов. Этот промысловый запас формируется воспроизводством горбуши на сахалинском побережье Татарского пролива (2,2% уловов), на северо-западном (1,8%), северо-восточном (10,3%) и юго-восточном (27,7%) побережье Сахалина, в заливах Терпения (14,9%) и Анива (15,0%), а также на о-вах Итуруп (25,7%) и Кунашир (2,4%) (рис. 1). По мнению О.Ф. Гриценко (1990), географической изоляции этих локальных стад способствует наличие выступающих мысов, на которых нет рек для нереста или широких проливов.

В свою очередь, некоторые из этих группировок горбуши в процессе мониторинга и разработки прогнозов стали подразделяться на более мелкие территориальные структуры. Так, на юго-восточном побережье Сахалина начали выделять южный и северный участки, различающиеся по срокам подхода рыб (Руднев, 2007). На северо-восточном побережье Сахалина в основу подразделе-

ния на южный и северный участок положен характер рек, 75% промышленных уловов горбуши обеспечивается нерестом производителей в горных реках южной части района, несмотря на то, что 73% ее нерестилищ находится в среднем в более крупных реках северной части побережья (Каев, Geraschenko, 2008).

Подобная ситуация наблюдается и в зал. Терпения: в бассейне Пороная и соседних рек, протекающих по обширной низине, сосредоточено более 80% нерестилищ, остальные — в горных реках западного побережья залива, на котором добывается в среднем 56% горбуши этого района. Между районами нереста горбуши на западном побережье залива и на юго-восточном побережье острова нет естественных преград, разделяющих нерестовые части ареала этих группировок горбуши. В то же время между районом впадения рек западного побережья залива и Пороная находится 20-километровый участок без впадения рек с низинного и местами заболоченного берега. Возможно, что в перспективе следует объединить горбушу западного побережья зал. Терпения и юго-восточного побережья Сахалина в единую группировку в соответствии с геоморфологической характеристикой рек. Если в долине Пороная развит четвертичный водоносный комплекс, к которому «привязаны» нерестилища кеты (Каев, 2001), то в горных реках западного побережья залива, как и в «горбушевых» реках юго-восточного побережья Сахалина, широко представлен водоносный комплекс палеозойских и неогеновых отложений (Атлас., 1967).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Мониторинг нерестовых подходов горбуши к побережью ведется с использованием ставных неводов как пассивных орудий лова, что позволяет по уловам судить о динамике хода лососей. Пробы для биологических анализов собирались из ставных неводов, установленных на конкретных участках побережья. Такими участками были охвачены все районы воспроизводства рассмотренных единиц запаса (рис. 1). К примеру, в зал. Анива сборы велись на северо-западном участке побережья, в реках которого сосредоточены основные нерестилища горбуши. Наличие разных участков на юго-западном побережье Сахалина было связано с решением специфических задач. Северный участок предназначался для изучения рыб местного стада перед их заходом в реки; центральный участок — для изучения скоплений в прибрежных водах нагульной япономорской горбуши разного происхождения (Ivanova, 2000); южный участок — для выявления потока мигрантов тихоокеанской горбуши (Каев, Ромасенко, 2001; Каев, 2006). Для решения специфических задач часть проб собиралась в ставных неводах на других участках разных районов, а также закидными неводами в реках.

Мониторинг численности горбуши в реках проводят в основном сотрудники бассейнового управления «Сахалинрыбвод» на основе визуального подсчета рыб при пеших обходах в период массового нереста. Обычно подсчитывается число рыб на отдельных участках нерестилищ с дальнейшей экстра-

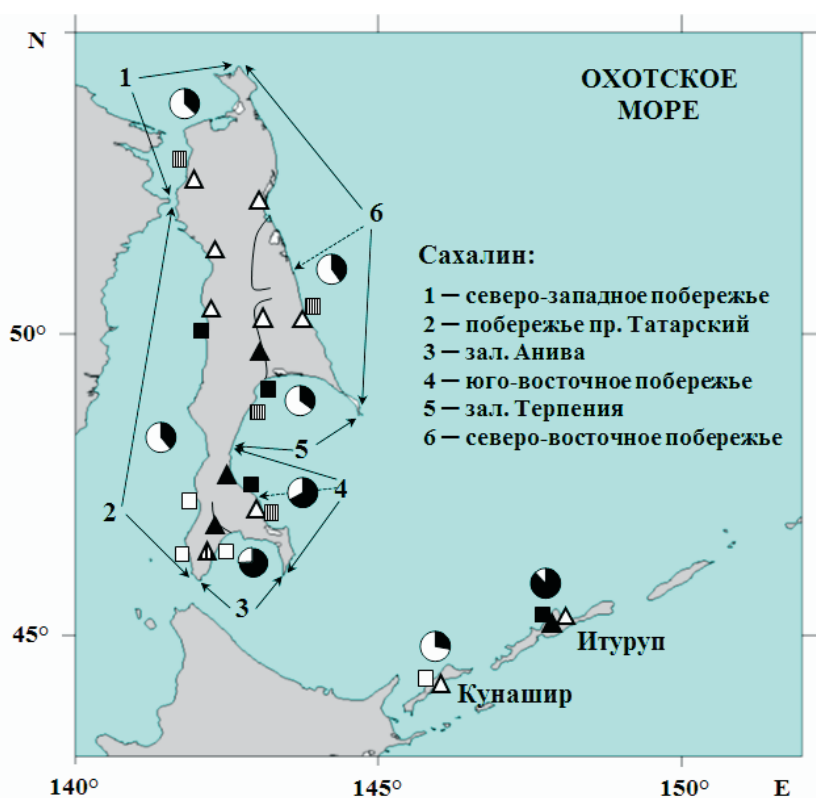


Рис. 1. Дислокация основных районов промысла и изучения горбуши на Сахалине и Южных Курильских островах (Итуруп и Кунашир): кружками показана доля рек по сумме нерестилищ (темный сегмент), в которых определяется количество производителей; треугольники — пункты ежегодного изучения поклатной миграции молоди в контрольных реках, квадраты — районы ежегодного сбора проб горбуши в ставных неводах (позиции, где работы прекращены, выделены светлыми символами, где ведутся эпизодически — символы с комбинированным цветом)

поляцией данных на весь нерестовый фонд. В наиболее важных по уровню воспроизводства районах плотность наблюдений выше (рис. 1). При расчете суммарной численности производителей в реках того или иного района, реки ранжировались на три группы: обследуемые регулярно (а), обследуемые эпизодически (б) и в которых обследования не проводились (в). Рассчитанная плотность скоплений рыб (отношение подсчитанного количества рыб в реке к площади нерестилищ) в реках первой группы принималась за действительную. Для рек из второй группы плотность скоплений рыб рассчитывалась как среднее значение между наблюденной в данной реке и определенной для рек из первой группы. Затем суммарные результаты наблюдений в реках первой и второй группы экстраполировались на реки третьей группы (Каев, Klovach, 2014). В северных районах Сахалина не только была ниже доля обследуемых рек, но и среди них сокращалась доля рек из группы «а», что, естественно, увеличивало элемент неопределенности в получаемых результатах.

Многолетняя история мониторинга ската молоди с нерестилищ имела по 13 рекам (рис. 1). В наиболее важных районах по уровню воспроизводства горбуши учет на разных реках осуществляли сотрудники бассейнового управления «Сахалинрыбвод» и СахНИРО. С 2006 г. добавился еще один пункт ежегодного учета, организованный на одном из притоков Пороная, что было оправдано размерами этой крупнейшей реки на Сахалине. Учет проводится методом выборочных обловов, модифицированным к небольшим сахалинским и курильским рекам (Воловик, 1967). Вопрос о том, достаточен ли уровень такого мониторинга для прогнозирования запасов, всегда будет риторическим. В то же время существовала проблема методического характера, так как СахНИРО пошел по пути упрощения методики учета, а Сахалинрыбвод, напротив, — ее усложнения, что приводило порой к крупным ошибкам, как это было в 2008 г. при учете покатишков в реках Кура и Найча на западном побережье зал. Анива, в связи с чем возник вопрос об унификации методов учета (Каев, 2010а).

По результатам мониторинга рассчитывается численность покатной молоди из рек и последующего возврата взрослых рыб соответствующих поколений. Соотношение этих величин закладывается в основу прогноза, так как давно известно, что точность предсказаний изменения запасов, основанная на регрессионном анализе формализованной различными способами связи между уровнем запаса родителей и потомков, часто далека от желаемой (Bradford, 1992; Чигиринский, 1993). Так, для трех основных единиц

запаса горбуши в Сахалино-Курильском регионе, для которых имелись наиболее достоверные данные по показателям воспроизводства, установлено, что при увеличении численности производителей на нерестилищах количество покатной молоди достоверно возрастало только в одном районе, в другом такая связь была слабой, а в третьем отсутствовала (Каев et al., 2007).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Казалось, создание в начале XXI века баз данных, в которых расчеты всех показателей были унифицированы для всех лет наблюдений, приведет к уменьшению ошибок прогнозов численности горбуши. Однако, судя по соотношению прогнозной и фактической численности возвратов горбуши в районах с наибольшей обеспеченностью прогнозов исходными данными, ожидаемый результат не достигнут (рис. 2). Ошибка прогноза считалась большой, если численность фактического возврата была за пределами диапазона «прогноз $\pm 0,5 SD$ », при этом среднее квадратичное отклонение (SD) рассчитывалось по районам отдельно для каждой из генеративных линий нечетных и четных лет. Как правило, большие ошибки возникали при резких изменениях соотношения численности родительских и дочерних поколений.

Детальный анализ исходных материалов, использованных для разработки прогнозов за 30-летний период, показал, что в ряде случаев можно было избежать крупных ошибок прогноза при правильной трактовке имевшихся данных (Каев, 2011). Однако это становится понятным обычно постфактум. К примеру, огромная ошибка прогноза численности горбуши на о-ве Итуруп в 2011 г. была обусловлена представлением, мягко говоря, «ошибочных» данных по скату молоди из подконтрольных рек. Впоследствии стало ясно, что столь обильный скат молоди был просто невозможен из-за мощных осенних паводков (Каев и др., 2012), а реальный прогноз (после расчета ската по годам аналогам) должен был быть в 2,5 раза меньше.

Такие ошибки являются редкими эпизодами, а вот в основе большинства крупных ошибок в последние годы лежит увеличение амплитуды выживаемости рыб в течение морского периода жизни. Так, суммарный индекс выживаемости в морских водах для горбуши южной части Восточного Сахалина (зал. Анива и юго-восточное побережье острова) в возвратах 1980–2002 гг. составил в среднем для поколений нечетных лет $4,67 \pm 2,379\%$ (здесь и далее $\pm SD$), для поколений четных лет — $3,25 \pm 1,873\%$. В последующий период не только в среднем увеличилась выжи-

ваемость рыб, но и существенно возросла изменчивость этого показателя за счет более частого появления поколений с аномально высокими или низкими значениями численности в нечетные ($7,04 \pm 3,204\%$) и особенно в четные годы возврата ($7,58 \pm 6,078\%$). Такая же ситуация за аналогичные периоды наблюдалась у горбуши о-ва Итуруп, лишь с той разницей, что уровень изменчивости ее выживаемости в большей мере возрос для поколений нечетных лет возврата. Так, до 2002 г. индекс выживаемости рыб в морских водах, соответственно для поколений нечетных и четных лет возврата, составлял $4,85 \pm 1,811\%$ и $4,93 \pm 1,802\%$, а в последующий период $5,37 \pm 3,467\%$ и $5,62 \pm 2,750\%$.

Ситуация с прогнозированием в последние годы ухудшилась также по причине сокращения объемов исходных данных. В первую очередь это связано с прекращением мониторинга покотной миграции бассейновым управлением «Сахалинрыбвод» (рис. 1). В дополнение к этому, на некоторых из оставшихся пунктов учета качество получаемых данных стало непригодным для использования в целях прогнозирования (например, по скату молоди в р. Кура, западное побережье зал. Анива). Изменилась схема сбора проб горбуши, которая в ряде районов перестала соответствовать задачам мониторинга, принимая во внимание, что мониторинг требует использования орудий лова с наименьшим уровнем селек-

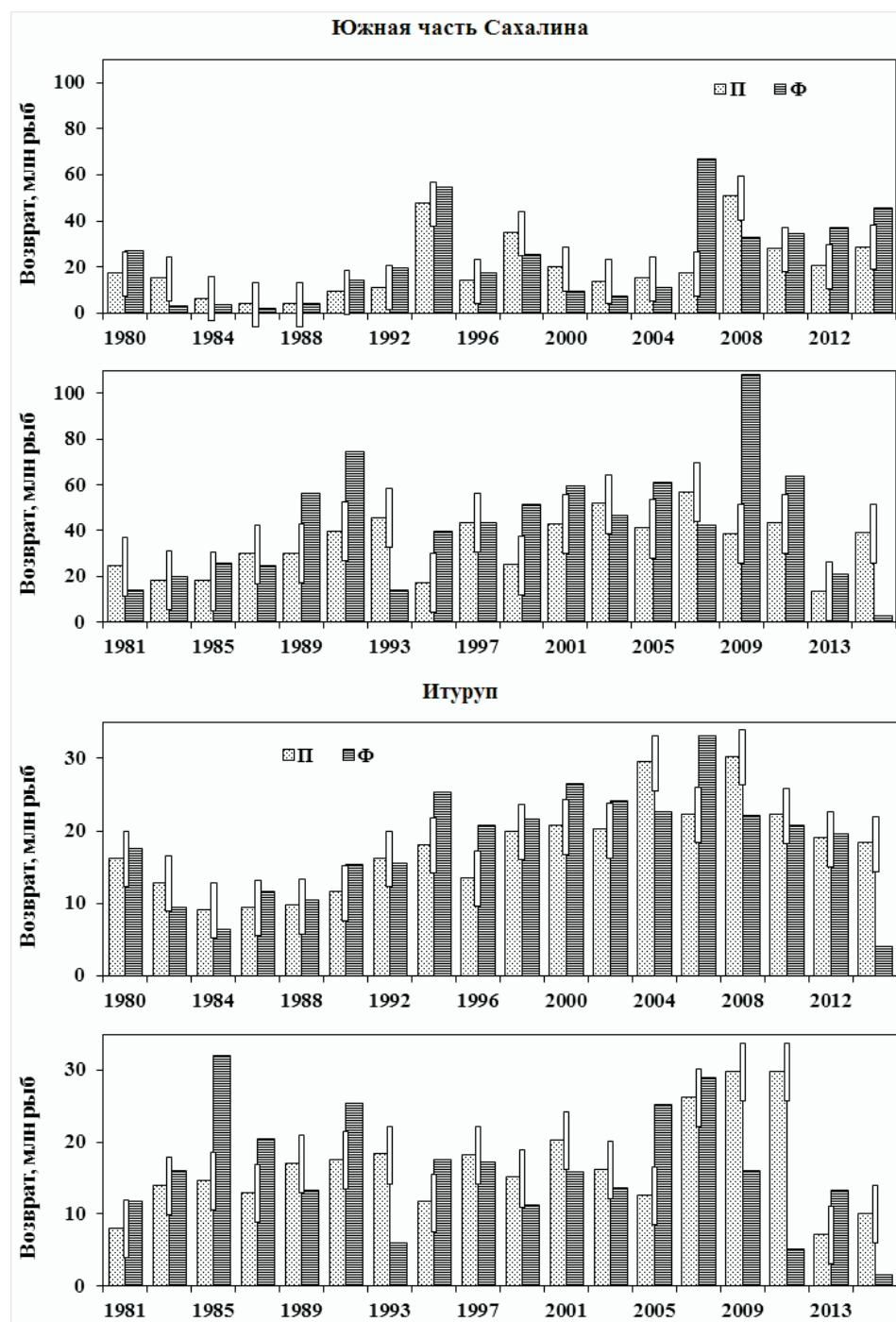


Рис. 2. Соотношение прогнозных (П, по скату молоди) и фактических (Ф) возвратов горбуши на южную часть восточного побережья Сахалина и о-ва Итуруп в 1980–2015 гг. поколений четных и нечетных лет нереста: белыми прямоугольниками показаны отклонения от прогноза на $\pm 0,5 SD$ (среднее квадратичное отклонение рассчитано для численности рыб в возвратах по каждой генеративной линии в каждом из районов за анализируемый период)

тивности, выбора позиции сбора проб и соблюдения периодичности сбора проб в течение всего хода горбуши.

Введенное в эти годы моделирование динамики численности горбуши с целью совершенствования прогнозов не привело к ожидаемым результатам. В 2013–2014 гг. прогноз представлялся как средний вариант между традиционным (связь между численностью покатной молоди и последующего возврата взрослых рыб) и ансамблевым подходом (анализ разного рода моделей). В 2013 г. оба метода привели к существенной ошибке прогноза подходов горбуши к северо-восточному побережью Сахалина, где ее численность возросла с 38,4 млн ыб в 2011 г. (текущий исторический максимум) до 62,9 млн рыб в 2013 г. (новый исторический максимум). В то же время в южной части этого побережья, как и ожидалось по традиционному прогнозу, произошло трехкратное снижение численности горбуши с 63,8 до 21,0 млн рыб, при том что по ансамблевому прогнозу предполагались прекрасные перспективы для промысла в этом районе. Напротив, на основе традиционного метода удалось предсказать резкое снижение численности горбуши в 2014 г. по отношению к родительскому поколению уже в северной части восточного побережья Сахалина (с 29,8 до 14,9 млн рыб), в то время как по южной части побережья оба прогноза показали приемлемый результат (рис. 3).

Начиная с прогноза на 2015 г., традиционный подход применяли уже как составную часть ансамблевого метода, придавая каждой его составной части «вес» в соответствии с точностью оценок в предыдущие годы. Прогнозные расчеты по всем районам, за исключением северо-восточного побережья Сахалина, выполненные по традиционному подходу, были несколько ниже официально принятых значений. Сравнительно небольшие расхождения этих оценок,

казалось, определяли хорошие перспективы для реализации прогноза. В то же время, при представлении на Международном симпозиуме (NPAFC, Япония, май 2015 г.) результатов изучения темпоральной структуры горбуши, было показано, что изменения в данной структуре могут служить индикатором состояния стада, в соответствии с чем высказано предположение, что процесс сокращения численности этого вида, произошедший сначала на о-ве Кунашир, затем в зал. Анива и на о-ве Итуруп, начинает распространяться далее на северные районы восточного побережья Сахалина (Каев, 2015). В 2015 г. произошло резкое падение уловов горбуши на восточном побережье острова (с 126,9 тыс. т в предыдущем циклическом 2013 г. до 43,5 тыс. т), причем наиболее сильное снижение отмечено на юго-восточном побережье острова (Каев, Сидоренко, 2015). В 2016 г. по ансамблевому методу на восточном побережье Сахалина в соответствии с осторожным сценарием предполагался вылов горбуши не менее 43,0 тыс. т. Судя по реальным уловам (59,4 тыс. т), прогноз оправдался. Однако основные уловы традиционно ожидались в южной части побережья, где вылов составил 18,2 тыс. т против ожидаемых 36,0 тыс. т. Эти примеры являются еще одним подтверждением, что моделирование является лишь методом формализации природных процессов, для познания которых требуется постоянное изучение реальных событий и фактов, получаемых на основе мониторинга.

Ранее отмечено, что необычные сильные изменения уловов в виде сбоев в их динамике (резкие снижения численности рыб в поколениях доминантной линии в сочетании с необычно большими возвратами рыб поколений рецессивной линии) имеют периодичность, близкую к 11-летним солнечным циклам (Каев, 2010б). Совпадение с такими циклами периодических колебаний уловов лососей замечено давно (Бирман,

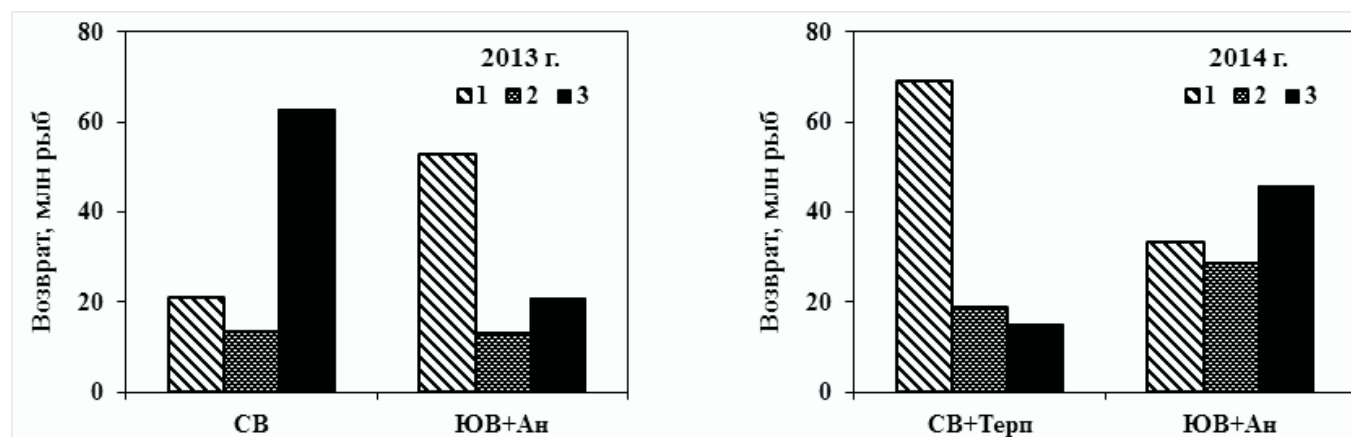


Рис. 3. Прогнозы и фактическая численность горбуши в северной (СВ — северо-восточное побережье, Терп — зал. Терпения) и южной части (ЮВ — юго-восточное побережье, Ан — зал. Анива) Восточного Сахалина в 2013 и 2014 гг.: 1 — прогноз на основе моделирования, 2 — традиционный прогноз на основе данных по скату молоди, 3 — фактическая численность

1969, 1973). Позже наиболее выраженная связь именно с 11-летними солнечными циклами подтверждена при анализе различного рода циклов, выявленных для 60-летних рядов уловов разных видов лососей на Камчатке (Суханов, Тиллер, 1998, 2000). Обращает на себя внимание несколько другой аспект таких изменений численности, связанный с соотношением в возвратах рыб разных генеративных линий. Для анализа можно использовать либо данные по численности возврата поколений, либо, для удлинения рядов наблюдений, данные по уловам, так как у лососей эти показатели тесно связаны, особенно в районах с высокой интенсивностью промысла. Однако оба этих показателя имеют одну существенную неточность, связанную со стартовой численностью объекта в процессе воспроизводства (численность производителей на нерестилищах может существенно различаться в разные годы). Искажения создаются также за счет заводского разведения горбуши, как правило, развитого в районах с высоким уровнем воспроизводства этого вида. И хотя колебания численности горбуши определяются в основном результатами нереста (Morita et al., 2006; Kaev, 2012), значительные объемы выпускаемой молоди существенно могут корректировать величину общего возврата, особенно для поколений с высоким уровнем смертности потомства на нерестилищах.

Для устранения этих помех вместо абсолютных значений (улов или возврат) использована кратность воспроизводства как отношение величины возврата рыб дикого происхождения к числу производителей на нерестилищах соответствующих поколений. При определении численности диких рыб в возвратах в их состав полностью включен заход производителей на нерестилища и часть рыб из уловов, доля которых рассчитана по соотношению в скате из рек молоди дикого и заводского происхождения, т. е. принимая равной их последующую выживаемость в морских водах при отсутствии к настоящему времени строгой доказательной базы иной точки зрения. Для периодов между пиками солнечной активности рассчитан средний уровень показателя кратности воспроизводства для поколений каждой из генеративных линий горбуши на юго-восточном побережье Сахалина и о-ве Итуруп (рис. 4). В течение первых двух периодов в обоих районах наблюдалось одинаковое поочередное доминирование по кратности воспроизводства сначала поколений четных, а затем нечетных лет. При переходе к третьему периоду на Итурупе вновь произошла смена доминант, в результате чего последующие два периода эти районы находились в противофазе по уровню доминирования одной из генеративных линий горбуши. Судя по текущим событиям, очередная смена доминант намечается у горбуши уже

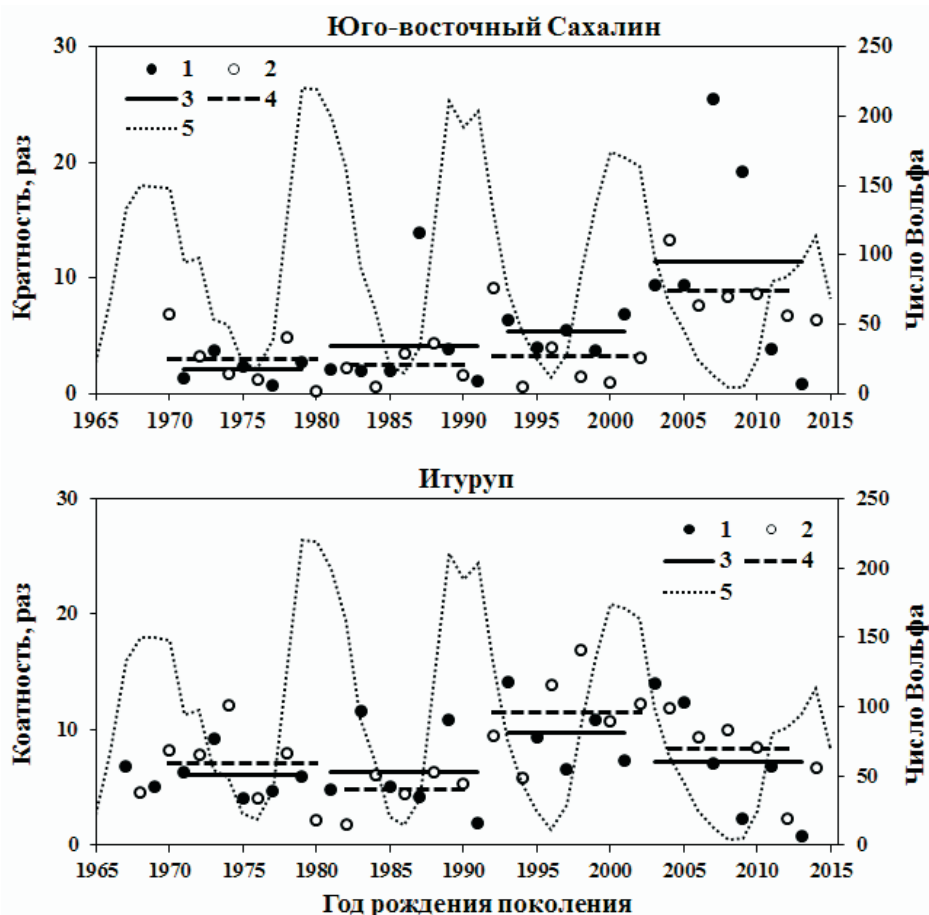


Рис. 4. Изменения кратности воспроизводства (соотношение численности рыб на нерестилищах и в последующем возврате) поколений на фоне 11-летних циклов солнечной активности: 1 и 3 — индивидуальные значения и средний уровень кратности для поколений нечетных лет, 2 и 4 — то же для поколений четных лет нереста, 5 — число Вольфа (по: WDC-SILSO, Royal Observatory of Belgium, Brussels)

на юго-восточном побережье Сахалина, т. е. в этих районах в следующем периоде возможно доминирование опять одинаковой для них генеративной линии, но уже поколений четных лет нереста.

При смене таких периодов чаще происходят труднопредсказуемые изменения численности горбуши, приводящие к крупным прогнозным ошибкам. Действительно, на 14 поколений 1981–1984, 1992–1995, 2003–2006 и 2014–2015 гг. возврата (по 4 смежных года и незавершенная последняя группа лет) в южной части Сахалина пришлось 4 больших ошибки прогноза ($>SD$), на оставшиеся 22 поколения — 3 таких ошибки. Для горбуши о-ва Итуруп из анализа исключаем огромную ошибку прогноза в 2011 г., обусловленную представлением ложных данных по скату молоди (человеческий фактор). На оставшиеся 21 поколение пришлось 3 крупных ошибки, тогда как на поколения из переходных зон между разными периодами (14 поколений) — 5 крупных ошибок. Любопытно, что очередной пик солнечной активности в начале этого века произошел по цикличности примерно на год раньше, чем можно было ожидать из сопоставления с предыдущими пиками, а правая затухающая ветвь этого цикла была более пологой и протяженной, чем предыдущие (рис. 4). Если на других циклах солнечной активности рождение поколений с труднопредсказуемой численностью приходилось на годы, когда только начинался переход от максимума к снижению числа фиксируемых солнечных пятен, то на этом первом цикле нового века рождение таких поколений сместилось, в противоположность пику солнечной активности, на год позже. Более того, при дальнейшем развитии этой ниспадающей ветви солнечной активности появились еще два поколения на Итурупе и одно на Сахалине, возврат которых также привел к крупным ошибкам прогноза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как отмечено выше, резкое изменение численности некоторых поколений можно было предвидеть, но, к сожалению, это становилось ясным уже постфактум при последующем анализе исходных данных. В настоящее время не для всех поколений понятен генезис резкого изменения их численности по отношению к родительскому поколению. Так, неожиданное снижение численности горбуши на о-ве Итуруп в 2014 г. произошло, как выяснилось позже, в результате «сбоя» в хоминге, вследствие чего часть рыб этого стада подошла к южной части Сахалина (Каев, Животовский, 2016). Но причины, обусловившие этот массовый стрейнг, остались пока неясными. Изучение генезиса неожиданных значительных изменений чис-

ленности должно стать приоритетной задачей, так как, с одной стороны, они свидетельствуют о возникновении неординарных ситуаций в динамике стада, с другой стороны, возврат таких поколений ведет к наибольшим издержкам в экономике рыбной промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас Сахалинской области. 1967. М.: ГУ геодезии и картографии при Совете Министров СССР. 135 с.
- Бирман И.Б. 1969. Периодические колебания численности лососевых и солнечная активность // Тр. Всес. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 67. С. 171–189.
- Бирман И.Б. 1973. Гелиогидробиологические связи как основа для долгосрочного прогнозирования промысловых рыб (на примере лососей и сельди) // Вопр. ихтиологии. Т. 13. Вып. 1. С. 23–37.
- Воловик С.П. 1967. Методы учета и некоторые особенности поведения поклатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 61. С. 104–117.
- Гриценко О.Ф. 1990. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbusha* // Вопр. ихтиологии. Т. 30. Вып. 5. С. 825–835.
- Каев А.М. 2001. Распространение осенней кеты в связи с особенностями водоносных комплексов Сахалина и Курильских островов // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 1. С. 344–349.
- Каев А.М. 2006. Страсти лососевой путины // Рыбное хозяйство. № 2. С. 46–49.
- Каев А.М. 2010а. Методические аспекты количественного учета поклатной молоди лососей в реках Сахалино-Курильского региона // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 162. С. 194–206.
- Каев А.М. 2010б. Итоги лососевой путины на Сахалине при новой системе регулирования промысла // Рыбное хозяйство. № 2. С. 42–46.
- Каев А.М. 2011. Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 167. С. 32–53.
- Каев А.М., Антонов А.А., Захаров А.В., Ким Хе Юн, Руднев В.А. 2012. Результаты количественного учета поклатной молоди горбуши в реках восточного побережья Сахалина и Южных Курильских островов в 2012 г. и их интерпретация // Бюлл. № 7 Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 66–74.
- Каев А.М., Животовский Л.А. 2016. Новые данные к дискуссии о локальных и флуктуирующих стадах горбуши *Oncorhynchus gorbusha* // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 187. С. 122–144.
- Каев А.М., Ромасенко Л.В. 2001. Дифференциация пространственно-временных группировок горбуши Сахалино-Курильского региона на основании изучения склеритогамм // Вопр. рыболовства. Т. 2. № 4. С. 638–652.
- Каев А.М., Сидоренко М.Е. 2015. Прогноз и фактическое развитие промысла горбуши в 2015 г. в основных районах ее воспроизводства в Сахалинской области // Бюлл. № 10 Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 35–40.
- Руднев В.А. 2007. Некоторые особенности промысла горбуши на различных участках юго-восточного Сахалина // Бюлл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 256–259.

- Суханов В.В., Тиллер И.В. 1998. Уловы в камчатских популяциях лососей: спектральный анализ колебаний // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 124. С. 814–824.
- Суханов В.В., Тиллер И.В. 2000. Спектральный анализ колебаний уловов лососевых рыб Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 40. № 2. С. 241–246.
- Чигиринский А.И. 1993. Глобальные природные факторы, промысел и численность тихоокеанских лососевых // Рыбное хозяйство. № 2. С. 19–22.
- Bradford M.J. 1992. Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes // Fish. Bull. V. 90. № 3. P. 439–453.
- Ivanova I.M. 2000. Early summer movements of tagged pink salmon off southwestern Sakhalin Island // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. № 2. P. 277–282.
- Kaev A.M. 2012. Wild and hatchery reproduction of pink and chum salmon and their catches in the Sakhalin-Kuril region, Russia // Environ. Biol. Fish. V. 94. P. 207–218.
- Kaev A.M. 2015. Status of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region in a long-term aspect // Abstract of NPAFC Intern. Symp. “Pacific Salmon and Steelhead Production in a Changing Climate: Past, Present, and Future” (Kobe, May 17–19, 2015). Vancouver: NPAFC. P. 19.
- Kaev A.V., Antonov A.A., Chupakhin V.M., Rudnev V.A. 2007. Possible causes and effects of shifts in trends of abundance in pink salmon of Southern Sakhalin and Iturup Islands // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. № 4. P. 223–233.
- Kaev A.M., Geraschenko G.V. 2008. Reproduction indices of the north-eastern Sakhalin pink salmon // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1124. 10 p.
- Kaev A.M., Klovach N.V. 2014. Revision of data on pink salmon abundance in East Sakhalin and Kuril Islands // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Doc. 1501. 11 p.
- Morita K., Morita Sh., Fukuwaka M. 2006. Population dynamics of Japanese pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): are recent increases explained by hatchery programs or climatic variations // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 63. № 1. P. 55–62.