

УДК 597.553.2(265.53)

А.Н. Канзепарова, С.Ф. Золотухин, В.А. Балушкин*

Хабаровский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

**МОЛОДЬ ГОРБУШИ И КЕТЫ Р. ИСКА
(САХАЛИНСКИЙ ЗАЛИВ, ОХОТСКОЕ МОРЕ)
В ПРЭСНОВОДНЫЙ ПЕРИОД**

Приведены результаты исследований покатной молоди горбуши и кеты в р. Иска (Охотское море). Скат молоди горбуши начинается в мае с распалением льда и продолжается с 20 мая по 5 июля около 40 дней. Скат молоди кеты начинается приблизительно в те же сроки, но кончается на 5–10 дней позднее. Среди покатников горбуши отмечалось 82–94 % особей, имеющих остатки желточного мешка; даже когда скат горбуши подходил к завершению, их доля составляла 76 %. Питание покатников горбуши в р. Иска может происходить в отдельные маловодные годы. С исчезновением желточного мешка доля питавшихся мальков увеличивалась, и большая ее часть переходила на внешнее питание. Судя по наполнению желудков молоди горбуши р. Иска, свыше 78 % мальков, не имевших желточного мешка, перешло на внешнее питание еще в реке. И у молоди горбуши, и у молоди кеты миграция происходит только в темное время суток. Гидрологические условия в период ската влияют на ход миграции. Высокий уровень воды и высокая скорость течения являются нормой, а низкий уровень и скорость течения приводят к задержке сроков ската и речному нагулу (питанию) молоди. Приведены многолетние данные (1951–2012 гг.) по численности молоди и родителей горбуши и кеты в р. Иска. Пропуск взрослых особей горбуши на нерест в р. Иска в четные годы составлял в среднем 280,0 тыс. экз. при минимуме 11,0 тыс. экз. (2004 г.) и максимуме 1344,4 тыс. экз. (1958 г.). В нечетные годы пропуск горбуши составлял в среднем 372,9 тыс. экз. при минимуме 22,7 тыс. экз. (1959 г.) и максимуме 2005,8 тыс. экз. (2007 г.). В четные годы среднее число покатников горбуши в р. Иска составляло 10,9 млн экз. (минимум 0,8 млн экз. в 1954 г., максимум 40,9 млн экз. в 1964 г.), в нечетные годы — в среднем 8,9 млн экз. (минимум 1,0 млн экз. в 2005 г., максимум 41,8 млн экз. в 1957 г.).

Ключевые слова: горбуша, кета, учет численности, биология, скат, р. Иска, Охотское море.

Kanzeparova A.N., Zolotukhin S.F., Balushkin V.A. Juveniles of pink and chum salmon in the Iska River (Sakhalin Bay, Okhotsk Sea) in the fresh-water period // *Izv. TINRO*. — 2015. — Vol. 182. — P. 55–68.

Juveniles of pink and chum salmon are investigated in the Iska River flowing into the Okhotsk Sea. The pink juveniles begin their seaward migration in May, with the ice melting, the migration lasts about 40 days, approximately from May 20 to July 5. The seaward migration of chum juveniles begins in the same time but ends in 5–10 days later. The portion of pink salmon

* Канзепарова Альбина Назиповна, научный сотрудник, e-mail: kanzeparova@mail.ru; Золотухин Сергей Федорович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: sergchum2009@yandex.ru; Балушкин Валерий Анатольевич, младший научный сотрудник.

Kanzeparova Albina N., researcher, e-mail: kanzeparova@mail.ru; Zolotukhin Sergey F., Ph.D., head of laboratory, e-mail: sergchum2009@yandex.ru; Balushkin Valery A., junior researcher.

fry with the remains of yolk sac is 82–94 %; even in the end of their migration it is rather high, up to 76 %. This species juveniles begin to feed in the river, in particular in «dry» years, the portion of feeding fry increases with disappearance of the yolk sac up to 78 % (by the stomach fullness). Both pink and chum juveniles migrate at night only. Hydrological conditions influence on the timing of migration: it is close to normal dates in conditions of high water level and strong water flow but delayed in conditions of low water discharge (that's why the portion of juveniles feeding in the river is higher in those years). Year-to-year dynamics of the juveniles and spawners abundance is traced for the 1951–2012. The pink salmon escapement to the Iska changed from $11.0 \cdot 10^3$ (in 2004) to $1344.4 \cdot 10^3$ (in 1958) ind., on average $280.0 \cdot 10^3$ ind. for even years and from $22.7 \cdot 10^3$ (in 1959) to $2005.8 \cdot 10^3$ (in 2007) ind., on average $372.9 \cdot 10^3$ ind. for odd years. The number of pink salmon downstream migrants changed from $0.8 \cdot 10^6$ (in 1954) to $40.9 \cdot 10^6$ (in 1964), on average $10.9 \cdot 10^6$ ind. for even years and from $1.0 \cdot 10^6$ (in 2005) to $41.8 \cdot 10^6$ (in 1957), on average $8.9 \cdot 10^6$ ind. for odd years.

Key words: pink salmon, chum salmon, fish count, life history, seaward migration, escapement, Iska River, Okhotsk Sea.

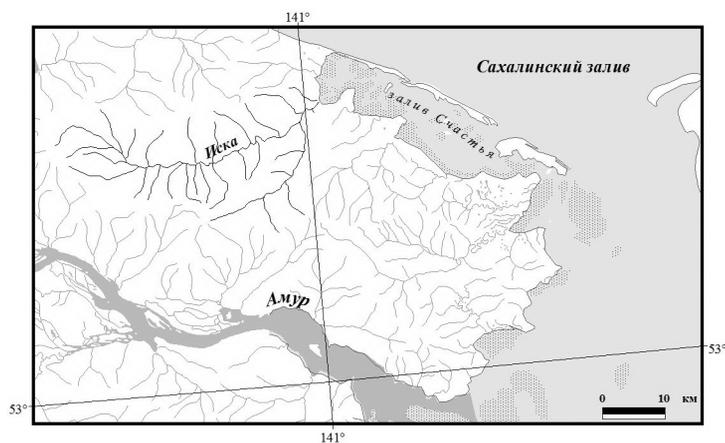
Введение

Покатная миграция молоди горбуши и кеты в различных районах российского Дальнего Востока достаточно хорошо изучена, так как сведения о числе покатников являются составной частью прогноза численности этих рыб (Гриценко, 2002; Рослый, 2002; Волобуев, Марченко, 2011; и др.). Несмотря на применение в рыбохозяйственной практике многих моделей «родители–потомки» (Рикер, 1979; Гриценко, 2002; Островский, Пономарев, 2009; и др.), прогнозирование численности тихоокеанских лососей по числу зашедших на нерест и даже отнерестившихся рыб не будет точным, так как велика смертность икры и молоди в пресноводный период. Икра погибает во время перекопки гнезд производителями, обсыхания гнезд, промерзания нерестилищ (Смирнов, 1947; Леванидов, 1969; Енютина, 1972; и др.), молодь погибает от хищников (Карпенко, 1998; Гриценко, 2002; и др.).

Цель настоящего сообщения — на основе многолетнего материала показать особенности покатной миграции молоди горбуши и кеты, биологические характеристики молоди лососей на побережье Сахалинского залива.

Материалы и методы

Река Иска (рис. 1) впадает в мелководный зал. Счастья Охотского моря. Общая протяженность реки составляет 55 км. Река Иска имеет единое русло, многорукавность



слабо выражена, в море впадает одним руслом, не образуя дельты, имеет хорошо выраженный эстуарий, затопляемый морской водой во время прилива. Подпор воды во время приливов отмечается в реке на расстоянии 4,5 км от устья вверх по течению реки.

Рис. 1. Район работ
Fig. 1. Survey area

Работы авторов по изучению покатной миграции горбуши и кеты проводились на р. Иска с 2010 по 2013 г. (координаты устья $53^{\circ}25'45,56''$ с.ш. $140^{\circ}54'06,06''$ в.д.). С 1951 г. на этой реке учет численности молоди горбуши и кеты велся ФГУ «Амуррыбвод», а с 2009 г. учёты покатников проводили сотрудники лаборатории тихоокеанских лососей ХФТИНРО. Сотрудники ФГУ «Амуррыбвод» осуществляли учет покатной молоди

конусной ловушкой из металлической сетки длиной 0,5–0,7 м, а сотрудники ХфТИНРО ловили мальков конусной ловушкой длиной 2,5–3,5 м из мелкоячейной 3-миллиметровой дели. В 2007 г. была выполнена калибровка по уловистости ловушек обоих типов, что позволило стандартизировать данные учетов, выполненных разными орудиями лова. Результаты показали, что уловистость ловушки из металлической сетки в 2,1 раза меньше, чем уловистость ловушки из мелкоячейной дели (Балушкин и др., 2007).

Для обловов покатной молоди горбуши и кеты использовали 4 мальковые ловушки с площадью входного отверстия 0,25 м² каждая из неводной 3-миллиметровой дели. Ловушки устанавливали в 5 км от устья на тресе, протянутом через русло р. Иска. Время экспозиции ловушек составляло 5 мин. Учет пойманной молоди проводили каждые 2 ч в режиме ночь через ночь в тот период, когда молодь горбуши выходит в толщу воды из межгравийного пространства: с 00 по 06 час. Также в период ската молоди лососей периодически проводили контрольные учеты в течение суток.

Сроки начала исследований связаны с возможностью проезда по покрытой снегом таёжной дороге из г. Николаевск-на-Амуре до пункта учета на р. Иска, поэтому даты начала работ в разные годы различались на 20 дней. В 2010 г. на р. Иска провели 468 постановок мальковых ловушек (с 23 мая по 11 июля), в 2011 г. — 300 постановок (с 2 июня по 4 июля), в 2012 г. — 265 постановок (с 31 мая по 2 июля), в 2013 г. — 126 постановок (с 11 июня по 6 июля).

Для расчета общего количества сеголеток (N), скатившихся за весь период исследований, использовали данные о числе сеголеток, прошедших через сечение русла реки за 5 мин. Число скатившихся сеголеток за те сутки, когда ночные съемки не проводились, принималось равным среднему количеству между двумя смежными ночными съемками (скат сеголеток в этом районе происходит только в ночной период).

Общая численность покатников рассчитывалась по формуле

$$N = (M \cdot T \cdot W_a) / (\beta \cdot k \cdot n \cdot t \cdot S),$$

где M — количество мальков, пойманных за период лова, экз.; T — период ската молоди, мин; W_a — площадь сечения реки, где происходит интенсивный скат молоди лососей, м²; k — коэффициент уловистости ловушки ($k = 1$) (Леванидов, 1969); n — число постановок ловушек за период лова; t — экспозиция одной ловушки, мин; S — площадь сечения входного отверстия ловушки, м²; β — поправочный коэффициент на время лова, определяемый как отношение числа мальков, пойманных за время суток, избранное для постоянных обловов, к числу мальков, пойманных за время суточного серийного облова.

С 1930 по 2008 г. учет производителей горбуши и кеты на р. Иска проводил ФГУ «Амуррыбвод». С 2009 г. учёты производителей проводили сотрудники лаборатории тихоокеанских лососей ХфТИНРО. До 2011 г. включительно взрослых рыб считали прямым визуальным учетом на рыбоучетном ограждении*. С 2012 г. сотрудники ХфТИНРО учитывают производителей по видеозаписи видеорегистратора через учетный створ (O'Neal, 2007).

В течение всего периода работ температуру воды измеряли ртутным термометром ТМ 10-2, а уровень воды — по мерной планке от условного ноля.

При обработке материалов по питанию молоди горбуши определяли длину и массу рыб, содержащее пищеварительного тракта. Пищевые компоненты определяли до отряда, семейства и подсемейства. Авторы выражают благодарность к.б.н. Н.М. Яворской за определение пищевых компонентов.

Результаты и их обсуждение

Сроки появления первых покатников горбуши удалось отследить только в 2010 г. в последнюю пятидневку мая после ледохода, когда средняя суточная температура воды

* Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО. Владивосток: ТИНРО, 1987. 23 с.

составляла 2,6 °С. Пик ската горбуши в 2010 г. происходил в р. Иска с 16 по 20 июня, максимум ската отмечался с 11 по 15 июня, когда молоди скатилось 33,0 % от общего ее количества, завершился скат к 10 июля (рис. 2).

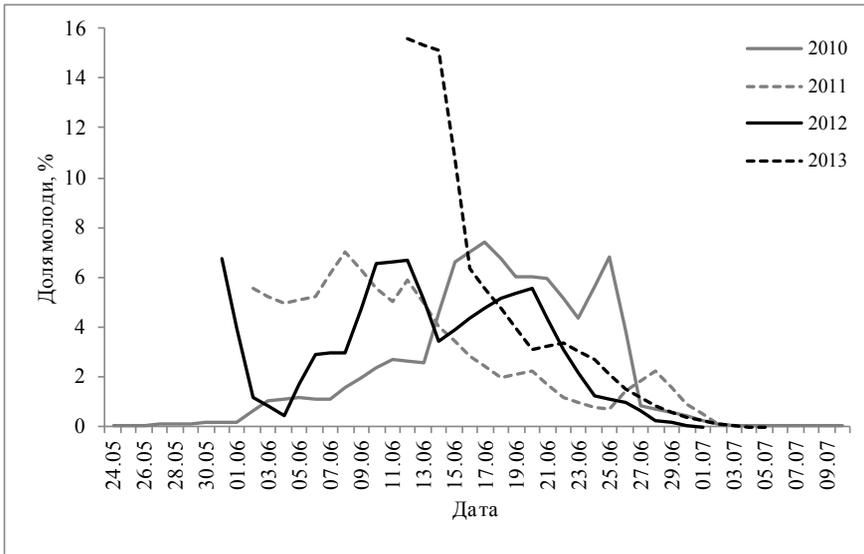


Рис. 2. Сезонная динамика покатной миграции горбуши в р. Иска в 2010–2013 гг.
Fig. 2. Seasonal dynamics of pink salmon downstream migration in the Iska River in 2010–2013

В 2011, 2012 и 2013 гг. наблюдения начинались позднее, чем в 2010 г. В 2011 г. последняя особь покатной молоди горбуши в р. Иска была отмечена 4 июля, в 2012 г. — 30 июня, в 2013 г. — 3 июля.

Первые покатники кеты были отмечены только в 2010 г. в последнюю пятидневку мая после ледохода, когда средняя суточная температура воды составляла 2,6 °С. В 2010 г. максимум ската в р. Иска был отмечен с 11 по 15 июня, когда молоди скатилось 24,9 % от общего ее количества (рис. 3). Миграция проходила с различной интенсивностью и к 10 июля завершилась. В 2011 г. самый интенсивный период ската был отмечен с 21 по 25 июня. В этот период из р. Иска скатилось 38,9 % от всего количества молоди. К 4 июля скат кеты завершился. В 2012 и 2013 гг. скат кеты полностью завершился соответственно 1 июля и 5 июля.

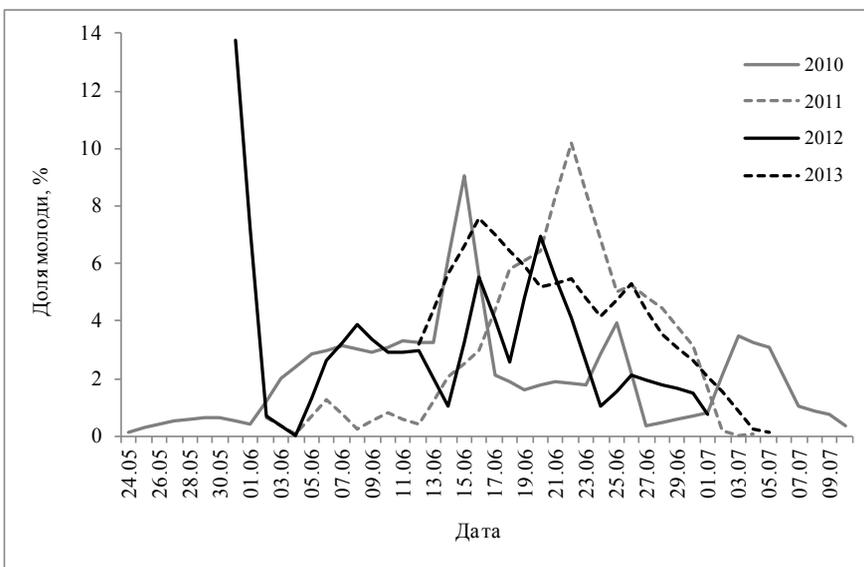


Рис. 3. Сезонная динамика покатной миграции кеты в р. Иска в 2010–2013 гг.
Fig. 3. Seasonal dynamics of chum salmon downstream migration in the Iska River in 2010–2013

Сеголетки горбуши и кеты в р. Иска имели четкую суточную динамику ската: первые покатники отмечались в уловах с наступлением темноты; максимум ската регистрировался в самое темное время суток; завершение ската приходилось на утренние сумерки (рис. 4). Покатники горбуши изредка попадали в мальковые ловушки в дневные часы, покатники кеты — в вечерние сумерки. В 2012 г. при низком уровне воды и аномально низких скоростях ее течения нам неоднократно доводилось наблюдать днем вблизи берегов крупные стаи мальков кеты, не мигрировавших вниз, а кормящихся на мелководье.

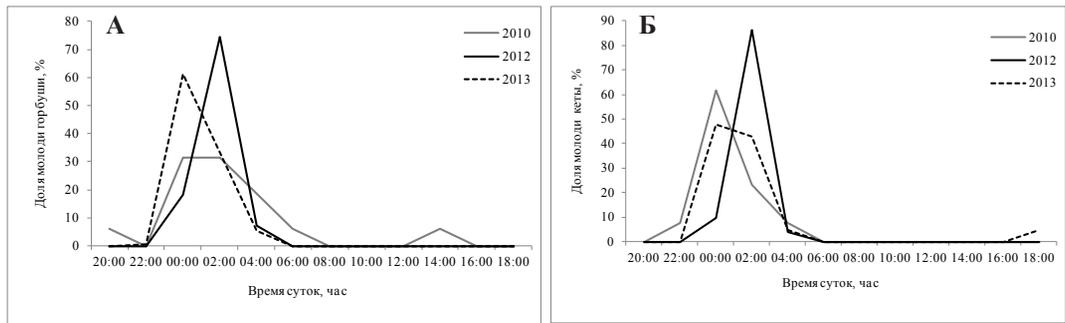


Рис. 4. Суточная динамика покатной миграции сеголеток молоди горбуши (А) и кеты (Б), 2010, 2012 и 2013 гг. (восход солнца — около 04:30; заход солнца — около 21:00)

Fig. 4. Daily dynamics of pink (А) and chum (Б) juveniles downstream migration in the 2010, 2012, 2013 (sunrise about 04:30, sunset about 21:00)

Известно, что и в других районах массовый скат горбуши в реках происходит в темное, преимущественно ночное, время (Таранец, 1939; Смирнов, Камышная, 1965; Гриценко и др., 1987; Каев, Ардавичус, 1994; Каев, 2003; Павлов и др., 2010). Освещенность оказалась ключевым фактором, определяющим интенсивность суточных покатных миграций у сеголеток тихоокеанских лососей, и в р. Иска. Скат молоди горбуши и кеты проходил здесь исключительно в темное время суток, несмотря на то что этот период был относительно короток, всего около четырех часов (рис. 4).

Молодь кеты и горбуши присутствовала в уловах мальковых ловушек на всем протяжении периода покатной миграции, но доля каждого вида изменялась в течение сезона. Доля кеты составляла от 12 (2012 г.) до 54 % (2013 г.) от всего улова. В большинстве случаев в начале учетных работ отмечалась высокая доля молоди горбуши, которая к концу срока учета значительно снижалась (рис. 5). Как и в реках соседних географических районов (р. Амур, р. Тумнин), молодь горбуши скатывается из р. Иска раньше молоди кеты.

Расчетное количество покатников за период исследований 2010–2013 гг. представлено в табл. 1.

Среди всех видов тихоокеанских лососей молодь горбуши имеет наименьшую изменчивость по длине и массе (Павлов и др., 2010). В р. Иска в 2012 г. за весь период ската ее средние длина и масса (31,8 мм и 163 мг) оставались практически сходными (табл. 2).

Скатывающаяся из р. Иска молодь горбуши находилась на разных стадиях завершенности эмбрионального развития. У части рыб сохранялся небольшой остаточный желточный мешок. Среди покатников отмечалось 82–94 % особей, имеющих остатки желточного мешка; даже когда скат горбуши подходил к завершению, их доля составляла 76 % (табл. 2). Подобная ситуация описана для многих рек (Heard, 1991; Павлов и др., 2010; и др.).

По нашим данным, доля массы желточного мешка от общей массы покатника была мала и составляла 1,70–3,60 %, в среднем 2,39 % от массы тела малька (табл. 2).

Сравнение биологических признаков (длина и масса тела) между молодью с желточным мешком и без него показало, что для покатников горбуши различия незначительны (табл. 3). Молодь без желточного мешка характеризовалась меньшими показателями коэффициентов упитанности по Фультону.

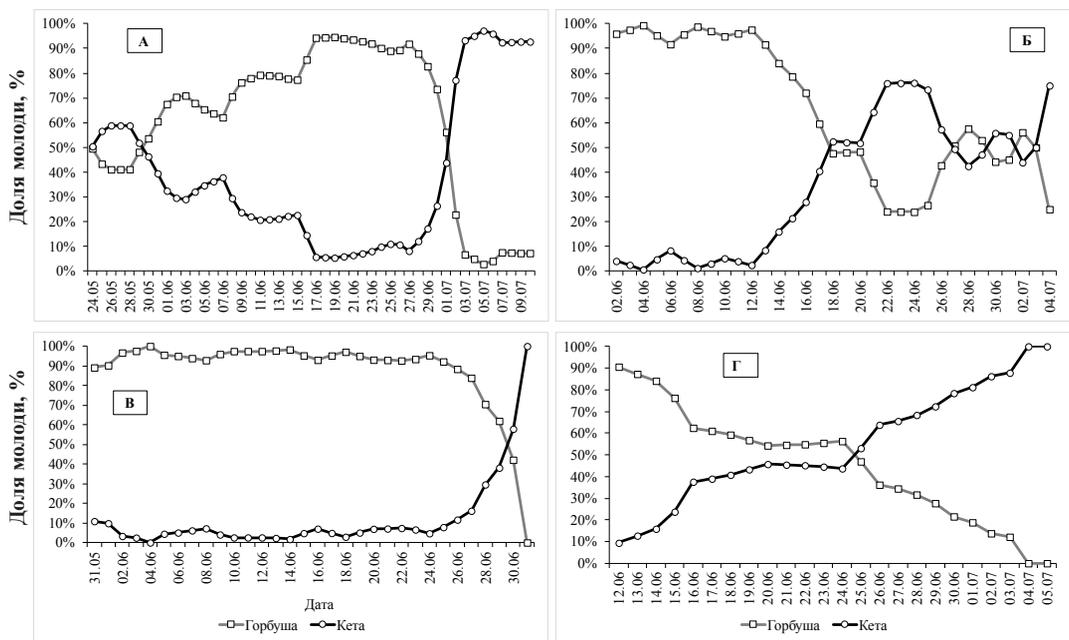


Рис. 5. Доля молоди горбуши и кеты в р. Иска в уловах мальковой ловушки: А — 2010 г., Б — 2011 г., В — 2012 г., Г — 2013 г.

Fig. 5. Percentage of pink and chum salmon fry in the fry trap catches from the Iska River: А — 2010, Б — 2011, В — 2012, Г — 2013

Таблица 1

Расчетное число сеголеток, скатившихся за период исследований, млн экз.

Table 1

Number of pink and chum salmon outmigrants in the Iska River, 10^6 ind.

Вид	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Горбуша	24,353	5,821	8,363	2,623
Кета	5,204	2,168	0,714	0,667

Таблица 2

Длина (АС) и масса (Q) молоди горбуши в р. Иска в 2012 г.

Table 2

Body length (AC) and weight (Q) of pink salmon fry from the Iska River in 2012

Дата	АС, мм	Q, мг	Доля рыб с желточным мешком, %	Доля массы желтка от массы тела, %*
01–05.06	$31,3 \pm 0,2$ [25] 28,5–33,0	$166,0 \pm 3,6$ [25] 121–189	84,0	$3,18 \pm 0,70$ [21] 0,53–14,81
06–10.06	$31,4 \pm 0,2$ [50] 28,6–34,1	$162,0 \pm 2,6$ [50] 124–196	86,0	$3,66 \pm 0,60$ [43] 0,56–14,39
11–15.06	$31,8 \pm 0,1$ [49] 29,7–33,7	$162,0 \pm 2,1$ [49] 133–188	93,9	$2,00 \pm 0,26$ [46] 0,56–9,74
16–20.06	$32,0 \pm 0,1$ [75] 29,7–33,7	$166,0 \pm 1,9$ [75] 129–212	89,3	$2,12 \pm 0,19$ [67] 0,52–6,90
21–25.06	$31,9 \pm 0,2$ [50] 29,1–34,0	$160,0 \pm 2,5$ [50] 128–214	82,0	$1,72 \pm 0,22$ [41] 0,54–6,07
26–30.06	$32,0 \pm 0,3$ [25] 29,2–35,8	$164,0 \pm 5,3$ [25] 118–262	76,0	$1,99 \pm 0,42$ [19] 0,56–8,05
За весь период	$31,8 \pm 0,1$ [274] 28,5–35,8	$163,0 \pm 1,1$ [25] 118–262	86,5	$2,39 \pm 0,16$ [237] 0,52–14,81

Примечание. Над чертой — среднее значение \pm стандартная ошибка, в квадратных скобках — число рыб, экз., под чертой — пределы варьирования (min–max).

* Учтены только рыбы, имевшие желточный мешок.

Таблица 3

Биологические показатели молоди горбуши с желточным мешком и без него
в р. Иска в 2012 г.

Table 3

Biological parameters of pink juveniles with/without yolk sac in the Iska River in 2012

Показатель	Молодь с желточным мешком	Молодь без желточного мешка
Длина тела по Смитту, мм	$31,70 \pm 0,07$ 28,5–34,6	$32,00 \pm 0,21$ 29,7–35,8
Масса тела, мг	$163,30 \pm 1,10$ 118–214	$161,10 \pm 3,94$ 126–262
Упитанность по Фультону	0,720	0,684
Масса желточного мешка, % от массы тела	2,39	–
Доля питавшихся рыб, %	57,0	78,4
N, экз.	237	37

Примечание. Над чертой — среднее значение \pm стандартная ошибка, под чертой — пределы варьирования.

Питание горбуши в период покатной миграции изучали во многих регионах. А.И. Смирнов (1975) отмечал, что в период покатной миграции в сахалинских реках в кишечнике горбуши пища встречается редко; в реках же Кольского полуострова молодь интродуцированной горбуши активно питается в районе нерестилищ. Отмечено активное питание в реке молоди камчатской горбуши (Кинас, 1988; Карпенко, 1998). Наименьшее количество желудков с пищей обнаружено у молоди горбуши из р. Мы, в более крупных притоках р. Амур (реки Сомня и Им) интенсивность питания молоди значительно выше (Леванидов, Леванидова, 1957). В малых реках Сахалина (длиной 16–30 км) молодь горбуши проходит только этап развития, характеризующийся пассивностью ската, наличием остаточного желточного мешка, отрицательной реакцией на свет, отсутствием стайности и питания (Бакштанский, 1970). Количество питающихся мальков в р. Кура (о. Сахалин) в зависимости от водности изменяется от 12 до 41 % (Антонов, Ким, 2011). В р. Кура молодь с остатками желточного мешка не питается (Антонов, Ким, 2011).

В р. Иска в 2012 г. у молоди горбуши питание было отмечено у особей как без желточного мешка, так и с его остатками. С исчезновением желточного мешка доля питавшихся мальков увеличивалась и большая часть молоди переходила на внешнее питание. Судя по наполнению желудков молоди р. Иска, свыше 78 % мальков горбуши, не имевших желточного мешка, перешло на внешнее питание еще в реке (табл. 3). В р. Тауй такая же доля молоди горбуши без желточного мешка переходила на внешнее питание (Волобуев, Марченко, 2011). Среди мальков с желточным мешком в р. Иска таковых было 57 %, в р. Тауй — 46, в р. Яма — 28 % (Волобуев, Марченко, 2011).

Согласно литературным данным (Фроленко, 1970; Голованов, 1982; Heard, 1991; Карпенко, 1998; Черешнев и др., 2002), интенсивность питания молоди лососей может различаться в зависимости от условий места, времени и года. На потребление пищи молодью лососей с коротким пресноводным периодом жизни большое влияние оказывает гидрология рек (Антонов, Ким, 2011). В предыдущие годы исследований (2008–2011 гг.) уровень воды в период покатной миграции был высок; как следствие, скорость течения в месте проведения учета молоди колебалась от 0,6 до 1,4 м/с. В таких условиях молодь в реке не задерживалась. В 2012 г. низкий уровень воды, замедление скорости течения (табл. 4) послужили причиной того, что молодь отстаивалась на мелководной зоне и активно питалась.

Таблица 4

Средние скорости течения воды в июне, р. Иска, 2008–2012 гг., м/с

Table 4

Mean water flow of the Iska River in June, m/s (by the data for 2008–2012)

Декада	2008	2009	2010	2011	2012
II	1,40	0,86	0,80	0,90	0,40
III	0,60	0,67	0,70	0,70	0,35

Спектр питания покатной молоди горбуши из р. Иска в июне 2012 г. включал всего 7 групп беспозвоночных животных: водяные клещи Hydrachnidae, ветвистоусые Cladocera, бокоплавы Amphipoda, поденки Ephemeroptera, ручейники Trichoptera, другие двукрылые Diptera и хирономиды Chironomidae. Наибольшее значение в питании молоди горбуши из р. Иска имели куколки хирономид (44,21 %), наименьшее (0,23 %) — ветвистоусые ракообразные (табл. 5). В 2007 г. спектр питания у покатной молоди горбуши рек Тауй и Яма (Магаданская область) включал 2 класса, 3 семейства и 3 отряда, среди которых преобладали личинки поденок и хирономид (Волобуев, Марченко, 2011). В желудках покатников горбуши р. Кура встречались личинки и куколки хирономид, личинки веснянок и поденок, имаго насекомых (Антонов, Ким, 2011). А.А. Антонов и Х.Ю. Ким (2011) отмечали присутствие в пищеварительном тракте мальков песчинок и остатков растительности. Это были остатки домиков ручейников, что свидетельствует о питании молоди этими объектами. Для покатников лососей р. Иска это также являлось характерной чертой их питания. В р. Хайлуля покатная молодь горбуши наиболее часто потребляла поденок, вторым по частоте встречаемости объектом питания были хирономиды, также были отмечены личинки лимонид, веснянок, имаго воздушных насекомых, клещей, растительные остатки и детрит (Заварина и др., 2009).

Таблица 5
Состав пищи покатной молоди горбуши из р. Иска (142 экз., июнь, 2012 г.)

Table 5
Food composition of pink salmon fry in the Iska River in June, 2012 (N = 142)

Компонент пищи		Доля пищи, % от всего количества экз.
Hydrachnidae		3,40
Cladocera		0,23
Amphipoda		0,91
Ephemeroptera		4,08
Trichoptera		1,59
Diptera		0,91
Chironomidae		
Orthoclaadiinae	larvae	33,79
	pupae	44,21
	imago	8,62
Tanypodinae	larvae	1,81
Chironominae	larvae	0,45
Всего Chironomidae		88,88

Таким образом, у покатников горбуши в р. Иска питание может происходить в отдельные маловодные годы. Спектр питания здесь в июне 2012 г. был шире, чем у покатной молоди горбуши рек Тауй и Яма (Волобуев, Марченко, 2011).

Межгодовая динамика размеров тела у покатников горбуши р. Иска различалась у поколений четных и нечетных лет (рис. 6). На протяжении 60 лет наблюдалось снижение средних размеров покатников горбуши поколений четных лет (скат в нечетные годы) (рис. 6, А). Для поколений нечетных лет молоди горбуши (скат в четные годы) подобного не выявлено (рис. 6, Б).

Рассмотрев динамику 60-летнего ряда размеров молоди горбуши р. Иска, можно заключить, что и в четные, и в нечетные годы наблюдалась в основном высокодоверенная корреляционная зависимость длины с массой тела молоди (коэффициент корреляции Спирмена для поколений четных лет составил 0,607 ($p = 0,0017$), для поколений нечетных лет — соответственно 0,734 ($p = 0,0001$)). Однако в начале 1960-х и в конце 2000-х гг. отмечались короткие периоды несоответствия зависимости длины и массы тела (рис. 6). Возможными причинами могли быть высокие плотности молоди на участках русла и аномальные гидрологические явления, повлиявшие на рост молоди горбуши (например, поздний выклев личинок). Число покатников в р. Иска было наибольшим в нечетные 1957, 1963, 1965, 2009 гг., и в трех случаях из этих четырех отмечался более медленный темп прироста массы тела молоди горбуши (рис. 6). У

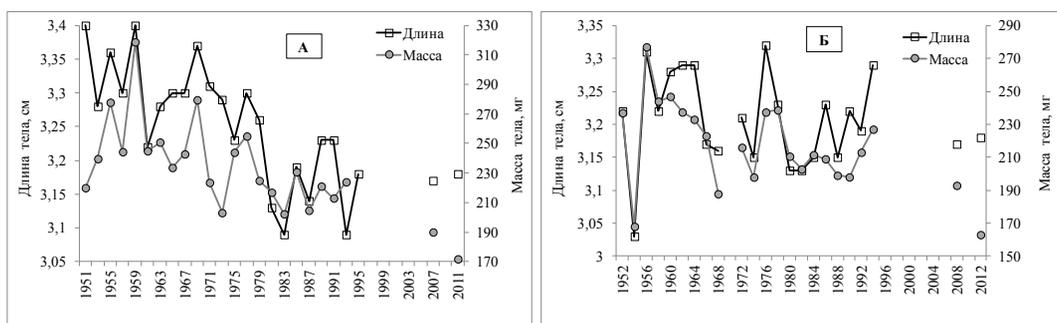


Рис. 6. Динамика длины и массы тела молоди горбуши в р. Иска в годы ската: **А** — поколения четных лет; **Б** — поколения нечетных лет

Fig. 6. Year-to-year dynamics of body length and weight for pink salmon fry in the Iska River: **A** — even years generations; **B** — odd years generations

поколений нечетных лет отставание массы от длины тела отмечалось в те же периоды. Наиболее вероятно, что в 1963, 1965 и 2009 гг. в условиях ограниченного пространства обитания молоди в небольшой р. Иска действие плотностных факторов обусловило снижение массы молоди горбуши, что явилось причиной изменения аллометрических соотношений линейных и весовых размеров тела молоди горбуши популяций и четных, и нечетных лет при различных уровнях численности поколений. Что касается гидрологических факторов (например, низкий уровень воды или низкие температуры воды во время инкубации икры), они могут действовать на рост молоди горбуши (к примеру, за счет позднего выклева личинок) популяций и четных, и нечетных лет.

Можно предположить, что наблюдаемое поступательное снижение размеров молоди горбуши от 1950-х к 2000-м гг. обусловлено влиянием наследственных факторов, так как в этот же период отмечалось снижение размеров тела и у взрослой горбуши р. Иска (рис. 7).

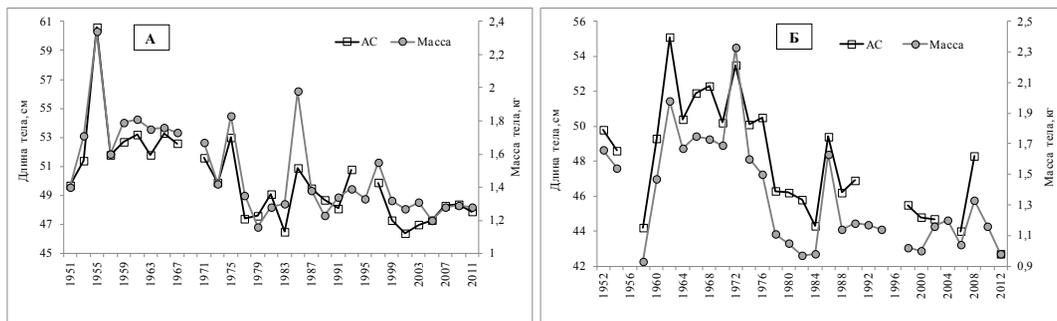


Рис. 7. Изменения длины и массы тела половозрелой горбуши в р. Иска: **А** — поколения нечетных лет; **Б** — поколения четных лет

Fig. 7. Year-to-year dynamics of body length and weight for pink salmon adults in the Iska River: **A** — odd years generations; **B** — even years generations

Однако наследственность предполагает также и разнообразие размеров потомков. Вероятнее всего, здесь имело место прямое действие факторов среды на развитие икры, например, более ранние сроки выклева или плотность особей в речной период. К сожалению, мы не имеем данных о зимней температуре воды в р. Иска. Многолетние наблюдения за средней зимней температурой воздуха в этом районе показывают, что с 1944 по 1994 г. она находилась в узком диапазоне от минус 16 до минус 18 °С, не образуя никаких трендов (Петров и др., 2000). Таким образом, до сих пор неизвестно, что именно определяет размеры тела половозрелой горбуши: начальные размеры тела молоди или условия в океане.

Можно полагать, что механизм формирования размеров половозрелой горбуши, возможно, состоит из двух фаз. Первая «срабатывает» в пресноводный период, когда

действие плотностных факторов на начальный рост молоди более выражено по сравнению с морским периодом жизни. В итоге молодь приобретает определенный потенциал темпа роста. Вторая фаза происходит в период морского нагула горбуши, когда рост во многом определяется влиянием климато-океанологических условий, определяющих термический режим среды их обитания, что, в свою очередь, влияет на скорость протекания обменных процессов в организме, а как следствие — на рост (Заволокин, Стрежнева, 2013). Как показано в большой серии публикаций (Темных и др., 2002, 2004; Волвенко, 2004; Темных, 2004; Шунтов, Темных, 2004, 2008, 2011; Fukuwaka et al., 2007; Шунтов и др., 2010; Заволокин и др., 2014), действие плотностных факторов, лимитирующих рост молоди лососей в морской и океанический периоды их жизни, наблюдается не столь часто. В море взрослые особи, реализуя ранее приобретенный потенциал роста, накапливают свою биомассу.

Высокочисленные поколения горбуши Сахалинского залива отмечались только в нечетные годы. Это характерно для всего участка северо-западного побережья Охотского моря в пределах Хабаровского края с самого начала периода исследований, т.е. за период с 1937 г. по настоящее время (Черешнев и др., 2002). Численность производителей на нерестилищах в р. Иска составляла до 0,5 млн особей с периодическими «вспышками» до 1,4 млн особей. В период пика численности горбуши в 1995–2011 гг. число особей многочисленных поколений составляло до 1 млн экз. со вспышкой в 2007 г., когда численность производителей достигла 2 млн экз. Малочисленные поколения в 1950–1974 гг. насчитывали до 0,1 млн особей, в 1976–1998 гг. — до 0,3 млн и в 2000–2012 гг. — снова до 0,1 млн особей (рис. 8). Численность молоди горбуши в р. Иска колебалась на уровне от 2 до 15 млн экз. с периодическими «вспышками» до 40 млн экз. В период пика (1995–2011 гг.) численность молоди от многочисленных поколений не превышала 10 млн экз. с единственной вспышкой в 2009 г. в 25 млн экз. (рис. 8).

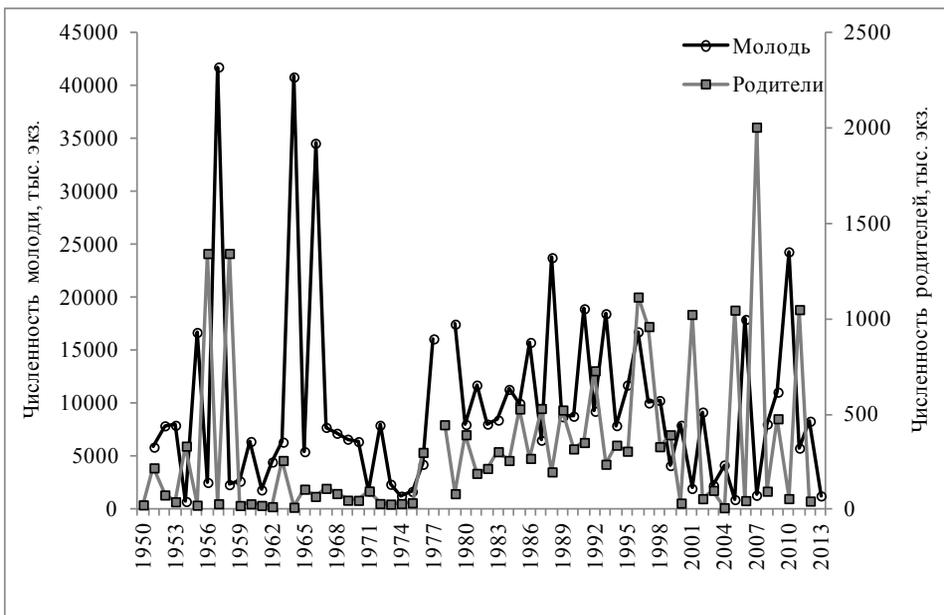


Рис. 8. Динамика численности родителей и покатной молоди горбуши р. Иска (данные по молоди сдвинуты к году нереста родителей)

Fig. 8. Year-to-year dynamics of the number of pink salmon spawners (right) and juveniles (left) in the Iska River (fry data shifted to the years of their parents spawning)

В период высокой численности кеты до 1968 г. и с 1981 г. по настоящее время число особей составляло в среднем соответственно 52 и 103 тыс. экз. Вспышка отмечалась в 2010 г. — 346 тыс. экз. Малочисленные поколения в 1969–1980 гг. насчитывали в среднем 17 тыс. экз. (рис. 9). Численность молоди кеты в р. Иска колебалась на уровне от 0,5 до 15,2 млн экз., в среднем 3,9 млн экз.

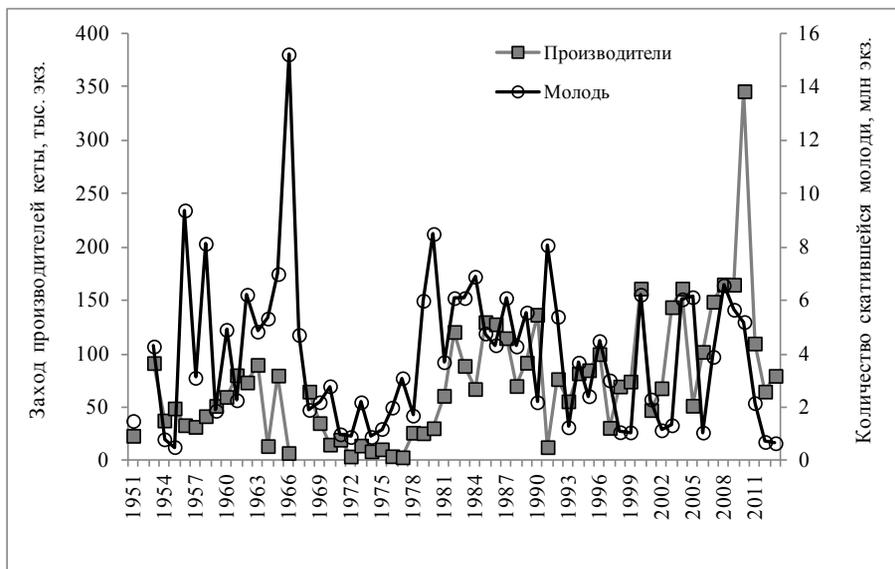


Рис. 9. Заход производителей и число покатников кеты в р. Иска, 1951–2013 гг.
 Fig. 9. Escapement of chum salmon and the juveniles number in the Iska River in 1951–2013

Связь численности родителей горбуши и кеты с численностью покатной молоди в р. Иска имеет нелинейный характер (рис. 10) (Островский, 2012).

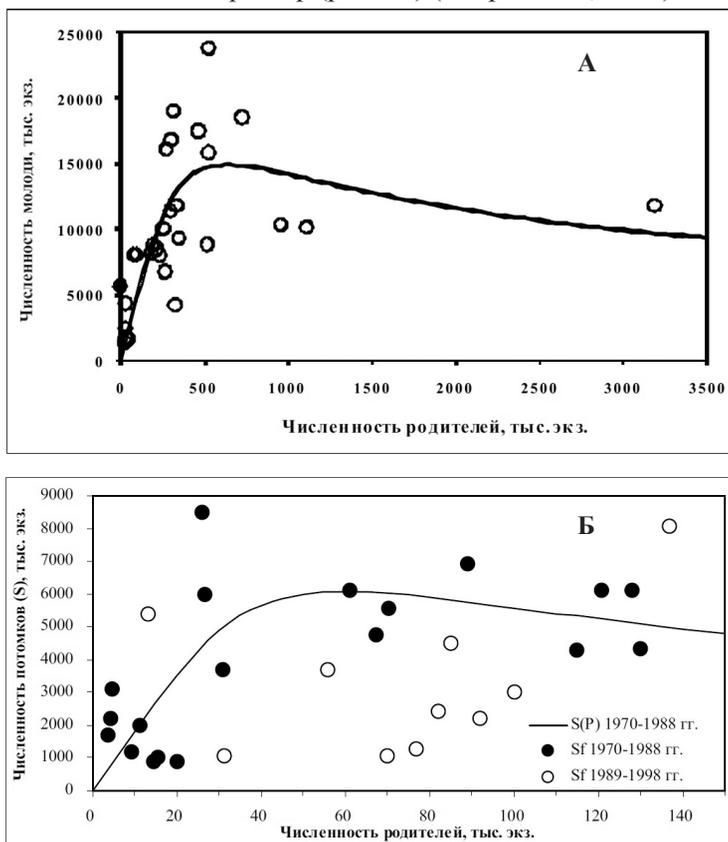


Рис. 10. Зависимость численности покатной молоди (S) горбуши (А) и кеты (Б) р. Иска от численности родителей (P) (сглажена уравнением $S = P \cdot (1 - \exp(-b/P)^c) \cdot \exp(a)$) (Островский, 2011, 2012)

Fig. 10. Dependence of juveniles number (S) for pink (A) and chum (B) salmon on the number of their parents (P) in the Iska River (Островский, 2011, 2012). Fluctuations of the juveniles number are smoothed by the equation $S = P \cdot (1 - \exp(-b/P)^c) \cdot \exp(a)$

По этой причине для прогнозирования запасов горбуши в р. Иска как в контрольном водотоке северо-западного побережья Охотского моря используется уравнение, предложенное В.И. Островским и С.Д. Пономаревым (2009), для прогнозирования запасов кеты р. Иска — уравнение У.Е. Рикера (1979).

Выводы

Река Иска Сахалинского залива Охотского моря длительное время использовалась как контрольный водоток для мониторинга запасов горбуши и кеты, который адекватно отражал уровень их запасов в реках района. Размеры, сроки и динамика покатной миграции молоди горбуши и кеты в р. Иска мало чем отличаются от таковых в других лососевых реках азиатского побережья, расположенных в тех же географических широтах.

Миграция молоди кеты и горбуши начинается в третьей декаде мая и заканчивается в первой декаде июля. Миграция молоди горбуши и кеты происходит только в темное время суток с 00 до 04 час, доля молоди, которая мигрирует в утренние и вечерние часы, очень мала. В начале покатной миграции среди покатников преобладает доля горбуши, с середины июня начинает доминировать кета. Молодь кеты и горбуши начинает питаться еще в реке, причем у молоди горбуши питание было отмечено как у особей без желточного мешка, так и с его остатками.

Несмотря на общее сохранение подходов многочисленных поколений горбуши по нечетным годам в течение более 70 лет, подходы таких поколений отмечались и в отдельные четные годы. Пропуск взрослых особей горбуши на нерест в р. Иска в четные годы составлял в среднем 280,0 тыс. экз. при минимуме 11,0 тыс. экз. (2004 г.) и максимуме 1344,4 тыс. экз. (1958 г.). В нечетные годы пропуск горбуши составлял в среднем 372,9 тыс. экз. при минимуме 22,7 тыс. экз. (1959 г.) и максимуме 2005,8 тыс. экз. (2007 г.).

В четные годы среднее число покатников горбуши в р. Иска составляло 10,9 млн экз. (минимум 0,8 млн экз. в 1954 г., максимум 40,9 млн экз. в 1964 г.), в нечетные годы — в среднем 8,9 млн экз. (минимум 1,0 млн экз. в 2005 г., максимум 41,8 млн экз. в 1957 г.).

Список литературы

- Антонов А.А., Ким Х.Ю.** Питание и пищевые взаимоотношения молоди лососей рода *Oncorhynchus* в реке Кура залива Анива (о. Сахалин) // Тр. СахНИРО. — 2011. — Т. 12. — С. 3–15.
- Бакштанский Э.Л.** Скот молоди горбуши и кеты и причина его задержки в реках Кольского полуострова // Тр. ВНИРО. — 1970. — Т. 74. — С. 129–143.
- Балушкин В.А., Виноградов В.В., Золотухин С.Ф. и др.** Исследование биологии лососей в период катадромной и анадромной миграции и оценка запасов кеты и горбуши в реках побережья Охотского моря в 2007 году : отчет о НИР / ХфТИНРО. № 1631. — Хабаровск, 2007. — 225 с.
- Волвенко И.В.** ГИС для анализа сезонной и межгодовой пространственно-временной динамики нектона Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 144–176.
- Волбуев В.В., Марченко С.Л.** Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел) : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2011. — 303 с.
- Голованов И.С.** О естественном воспроизводстве горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) (Salmonidae) на северном побережье Охотского моря // Вопр. ихтиол. — 1982. — Т. 22, вып. 4. — С. 568–575.
- Гриценко О.Ф.** Проходные рыбы острова Сахалин. Систематика, экология, промысел : моногр. — М. : ВНИРО, 2002. — 248 с.
- Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К.** Экология и воспроизводство кеты и горбуши : моногр. — М. : Агропромиздат, 1987. — 168 с.
- Енютина Р.И.** Амурская горбуша // Изв. ТИНРО. — 1972. — Т. 77. — С. 3–126.
- Заварина Л.О., Травина Т.Н., Бонк Т.В.** Питание молоди кеты и других лососей в период покатной миграции и роль хирономид в их питании на северо-восточном побережье Камчатки (р. Хайлюля) // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 264–284.

Заволокин А.В., Радченко В.И., Кулик В.В. Динамика трофической структуры эпипелагического сообщества западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 179. — С. 204–219.

Заволокин А.В., Стрежнева Е.В. Размерно-селективная смертность охотоморской горбуши в период ее зимне-весеннего обитания в океане // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 174. — С. 125–134.

Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структуры : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.

Каев А.М., Ардавичус А.И. К изучению покатной миграции молоди кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. — Южно-Сахалинск : СахТИНРО, 1994. — С. 87–91.

Карпенко В.И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей : моногр. — М. : ВНИРО, 1998. — 166 с.

Кинас Н.М. Качественная характеристика покатной молоди горбуши реки Утка (юго-западное побережье Камчатки) // Вопр. ихтиол. — 1988. — Т. 28, вып. 3. — С. 404–409.

Леванидов В.Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура : Изв. ТИНРО. — 1969. — Т. 67. — 243 с.

Леванидов В.Я., Леванидова И.М. Питание покатной молоди летней кеты и горбуши в притоках Амура // Изв. ТИНРО. — 1957. — Т. 69. — С. 3–16.

Островский В.И. Факторы, определяющие численность покатной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) р. Иска // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 88–102.

Островский В.И. Факторы, определяющие численность покатной молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Иска // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 168. — С. 115–130.

Островский В.И., Пономарев С.Д. Зависимость численности потомков горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* от численности родителей в реках Охотского района // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 157. — С. 120–132.

Павлов Д.С., Кириллова Е.А., Кириллов П.И. Покатная миграция молоди лососевых рыб в р. Ухтолок и ее притоках (северо-западная Камчатка). Сообщение 1. Покатная миграция молоди первого года жизни // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 163. — С. 3–44.

Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области : моногр. — Владивосток ; Хабаровск : Дальнаука, 2000. — 174 с.

Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 408 с. (Пер. с англ.).

Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура : моногр. — Хабаровск : Хабаров. кн. изд-во, 2002. — 212 с.

Смирнов А.Г. Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний // Изв. ТИНРО. — 1947. — Т. 25. — С. 33–52.

Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей : моногр. — М. : МГУ, 1975. — 336 с.

Смирнов А.И., Камышная М.С. Биология молоди горбуши в связи с некоторыми вопросами ее разведения и акклиматизация // Зоол. журн. — 1965. — Т. 44, вып. 12. — С. 1813–1824.

Таранец А.Я. Исследование нерестилищ кеты и горбуши в р. Иски // Рыб. хоз-во. — 1939. — № 2. — С. 14–18.

Темных О.С. Азиатская горбуша в морской период жизни: биология, пространственная дифференциация, место и роль в пелагических сообществах : дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — 466 с.

Темных О.С., Глебов И.И., Найденко С.В. и др. Современный статус тихоокеанских лососей в пелагических сообществах дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 28–44.

Темных О.С., Голованов И.С., Марченко С.Л. Особенности роста охотоморской горбуши в связи с динамикой ее численности // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 893–903.

Фроленко Л.А. Питание покатной молоди кеты и горбуши в основных реках северного побережья Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 71. — С. 179–189.

Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В. и др. Лососевидные рыбы Северо-Востока России : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 2002. — 496 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Превышена ли экологическая емкость Северной Пацифики в связи с высокой численностью лососей: мифы и реальность // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 19–36.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.

Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В. и др. К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы нектона // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 25–52.

Fukuwaka M., Azumaya T., Nagasawa T. et al. Trends in abundance and biological characteristics of chum salmon // NPAFC Bull. — 2007. — № 4. — P. 35–43.

Heard W.R. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) // Pacific Salmon Life Histories / ed. C. Groot and L. Margolis. — Vancouver : UBC Press, 1991. — P. 121–230.

O'Neal J.S. Video methodology // Salmonid field protocols handbook: techniques for assessing status and trends in salmon and trout populations. — Bethesda, Maryland : American Fisheries Society, 2007. — P. 443–457.

Поступила в редакцию 2.04.15 г.