

УДК 597.552.511–1478

А.М. Каев<sup>1</sup>, Л.В. Ромасенко<sup>1</sup>, Д.А. Каев<sup>2\*</sup><sup>1</sup> Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),  
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196;<sup>2</sup> Сахалинский государственный университет,  
693008, г. Южно-Сахалинск, Коммунистический проспект, 33**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РОСТА ЧЕШУИ  
У ГОРБУШИ ИЗ ВОЗВРАТОВ НА ОСТРОВА САХАЛИН  
(ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ) И ИТУРУП В 2017 И 2018 ГГ.**

В 2017 и 2018 гг. на Итурупе (южные Курильские острова) и юго-восточном побережье о. Сахалин, которые характеризуются в среднем наиболее высокими уловами горбуши в Сахалино-Курильском регионе, произошли резкие и разнонаправленные изменения численности горбуши. Для проверки версии возможного перераспределения рыб между этими районами изучены количество склеритов и межсклеритные расстояния на чешуе у 187 и 215 рыб в 2017 и 2018 гг. на юго-восточном побережье Сахалина и в эти же годы у 194 и 152 рыб на о. Итуруп. Статистически достоверные различия между межсклеритными расстояниями в первой годовой зоне роста чешуи в сочетании с результатами комплексного анализа данных по формированию численности горбуши, сезонной динамике уловов и тенденций изменения относительной индивидуальной плодовитости самок показали, что предположение о возможном перераспределении горбуши между юго-восточным побережьем Сахалина и о. Итуруп в 2017 и 2018 гг. является несостоятельным.

**Ключевые слова:** юго-восточное побережье о. Сахалин, остров Итуруп, горбуша, динамика уловов, структура чешуи (число склеритов, межсклеритные расстояния).

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-809-818.

**Kaev A.M., Romasenko L.V., Kaev D.A.** Comparative characteristics of growth of the scales from pink salmon in returns to Sakhalin Island (southeast coast) and Iturup Island in 2017 and 2018 // *Izv. TINRO*. — 2020. — Vol. 200, Iss. 4. — P. 809–818.

Iturup Island (in southern Kuril Islands) and southeastern Sakhalin Island are known by the highest catches of salmon within the Sakhalin-Kuril region. The timing of pink salmon mass return to Iturup is 5–10 days later than to Sakhalin, and the females returned to Iturup have higher relative individual fecundity, on average. In 2014, an unexpected increase of pink salmon catches occurred on southeastern Sakhalin Island, with a simultaneous sharp decrease

---

\* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: kaev@outlook.com; Ромасенко Лариса Валериевна, кандидат биологических наук, главный специалист, e-mail: lar.romas@mail.ru; Каев Данил Александрович, лаборант, e-mail: dan.kaev@mail.ru.

Kaev Alexander M., D.Biol., principal researcher, Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia, e-mail: kaev@outlook.com; Romasenko Larisa V., Ph.D, chief specialist, Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia, e-mail: lar.romas@mail.ru; Kaev Danil A., laboratory assistant, Sakhalin State University, 33, Kommunistichesky Prospekt, Yuzhno-Sakhalinsk, 693008, Russia, e-mail: dan.kaev@mail.ru.

of the catches on Iturup Island. Assumption on appearance of Kuril pink salmon in the Sakhalin waters was confirmed by analysis of the scale parameters (number of sclerites and intercirculi distance in the first-year scale zone), dynamics of catches, and individual fecundity of females. Sharp opposite changes of the pink salmon catch dynamics were noted again for these areas in 2017 and 2018. Such changes of pink salmon abundance could be reasoned by environmental conditions of reproduction in these areas or new redistribution between two areas. To clarify the issue, complex analysis (same as for 2014) was applied for pink salmon at southeastern Sakhalin and Iturup in 2017 and 2018 (187 and 215 fish samples from Sakhalin and 194 and 152 fish samples from Iturup in these two years, respectively). The results were interpreted following the hypothesis of fluctuating stocks. Taking into account the complex of traits, there is concluded that the assumption about redistribution of pink salmon between southeastern Sakhalin and Iturup Island in 2017 and 2018 is untenable.

**Key words:** Sakhalin Island, Iturup Island, pink salmon, catch dynamics, scale structure, scleritis, intercirculi distance.

## Введение

Итуруп (южные Курильские острова) и юго-восточное побережье Сахалина характеризуются исторически наиболее высокими уловами горбуши в Сахалино-Курильском регионе по отношению к протяженности береговой линии. Рыбам из этих районов присущи различия не только по биологическим показателям (размерный состав, плодовитость), но и достоверно значимые между склеритограммами первого года роста чешуи, отражавшими существенные расхождения по условиям обитания молоди в разных районах региона [Каев, 2015], что соответствовало концепции локальных стад [Гриценко, 1990; Иванков, 1993; Алтухов и др., 1997]. Однако в 2014 г. уловы горбуши в сравнении с родительским поколением на юго-восточном побережье Сахалина неожиданно увеличились с 28,4 до 41,9 тыс. т, в то время как на Итурупе, напротив, резко сократились, с 26,8 до 4,5 тыс. т. При этом на Сахалине в конце августа, когда обычно уловы идут на спад, появился дополнительный пик в подходах, по срокам совпавший с рунным ходом на Итурупе. Результаты изучения склеритограмм чешуи подтвердили предположение о появлении у южной части Сахалина в 2014 г. горбуши, происходящей с о. Итуруп [Каев, Животовский, 2016]. Заметные изменения уловов происходили и в последующие четные годы, но уже в противоположном направлении, в результате в 2018 г. на о. Итуруп они достигли 33,2 тыс. т, а на юго-восточном побережье Сахалина уменьшились до 4,5 тыс. т. По генеративной линии нечетных лет после синхронного в обоих районах резкого снижения уловов в 2015 г. до уровня около 2 тыс. т в 2017 г. на о. Итуруп наметилось существенное восстановление запасов горбуши (поймано 15,5 тыс. т), а на юго-восточном побережье Сахалина уловы остались на критически низком уровне. Такие изменения запасов горбуши в целом соответствовали складывавшимся условиям воспроизводства этого вида в данных районах [Каев, 2018]. Тем не менее нельзя исключать возможность очередного перераспределения рыб между разными районами своего нереста, в связи с чем предпринято изучение характеристик роста чешуи у горбуши в возвратах в данные районы в 2017 и 2018 гг. с целью подтверждения или опровержения рабочей гипотезы.

## Материалы и методы

В работе использованы образцы чешуи, собранные сотрудниками СахНИРО у рыб из промысловых (ставные невода в морском прибрежье) и исследовательских уловов в реках. Из сборов горбуши в 2017 г. чешуя изучена у 187 рыб на юго-восточном побережье Сахалина (реки Дудинка, Вознесенка и ставные невода — соответственно 12, 16 и 21 августа) и у 194 рыб на о. Итуруп (зал. Курильский, 22 и 28 августа, 2 сентября), из сборов в 2018 г. — у 215 рыб на юго-восточном побережье Сахалина (ставные невода, реки Вознесенка и Фирсовка — 17, 28 и 30 августа) и у 152 рыб на о. Итуруп (зал. Курильский, 20 августа и 9 сентября). Изучение склеритной структуры чешуи проведено стандартными методами [Каев, 2015]. Определение числа склеритов

и измерения расстояний до каждого из них (с точностью 0,5 мм) осуществлено от края центральной чешуйной пластинки (1-й склерит) по визуально выбираемому наибольшему радиусу на распечатках чешуи (150–200-кратное увеличение). Из-за того, что межсклеритные расстояния то сужаются, то расширяются, т.е. непостоянны по окружности, первичные данные измерений сглажены с применением минимального шага (по трем смежным значениям) с тем, чтобы сохранить все имеющиеся на чешуе чередования групп сужающихся или расширяющихся межсклеритных расстояний. Для унификации данных (вариация направления измеряемого радиуса, изменения формы и размеров чешуи, частичная резорбция края чешуйной пластинки у рыб с брачными изменениями) межсклеритные расстояния выражены в процентах к их суммарному значению в первой годовой зоне (ПГЗ), за внешнюю границу которой принят средний из пяти смежных склеритов с наименьшей суммой межсклеритных расстояний в зоне годового кольца. С учетом того, что количество склеритов на чешуе разных рыб неодинаково, для сопоставления склеритограмм ПГЗ число склеритов нормировано к какому-либо единому значению [Темных, 1998], в данном случае к 23 склеритам.

Анализ массивов данных по величине межсклеритных расстояний показал, что 77 из 88 эмпирических распределений статистически не отличались от нормального (значения  $\chi^2$  варьировали в пределах 0,65–14,74 при  $p = 0,984–0,052$ ). В 8 распределениях уровень различия от нормального распределения превысил первый ( $\chi^2 = 7,68–16,98$ ,  $p = 0,049–0,012$ ) и только в трех — второй статистический уровень значимости ( $\chi^2 = 18,880–22,485$ ,  $p = 0,009–0,002$ ), что вполне приемлемо для биологических исследований [Плохинский, 1970].

Попутно для анализа привлечены данные по относительной плодовитости самок в 2017 и 2018 гг. соответственно из двух (38 экз.) и 19 (466 экз.) проб на юго-восточном побережье Сахалина и из 8 (194 экз.) и 10 (223 экз.) проб на о. Итуруп.

Статистическая обработка материалов проведена в среде Windows в программе Microsoft Office Excel. При попарном сравнении склеритограмм оценивали различия между средними значениями всех межсклеритных расстояний в соответствии с их порядковым номером. В тексте использованы следующие символы:  $M$  — среднее значение,  $SD$  — среднее квадратичное отклонение,  $p$  — уровень значимости нуль-гипотезы,  $n$  — объем выборки. Достоверность различия между средними значениями оценена по критерию Фишера ( $F$ ). Проверка данных на соответствие нормальному распределению (по критерию  $\chi^2$ ) выполнена с применением компьютерной программы «Statistica».

### **Результаты и их обсуждение**

Судя по уловам ставных неводов (пассивное орудие лова), динамика подходов горбуши к юго-восточному побережью Сахалина и о. Итуруп в 2017 и 2018 гг. сохранила традиционные черты, в соответствии с которыми ход на Итурупе протекал несколько позже (рис. 1). В 2017 г. в обоих районах уловы вплоть до начала августа практически отсутствовали, что было вполне ожидаемым вследствие депрессии состояния запасов рыб ранней темпоральной формы [Каев, 2019]. В дальнейшем с подходом рыб поздней темпоральной формы пик уловов на Итурупе наступил на фоне уже быстрого снижения уловов на Сахалине. Кратковременное снижение уловов в конце 2-й декады августа на Сахалине, в 1 и 3-й пятидневках сентября на Итурупе было обусловлено погодными условиями. В 2018 г., несмотря на большее представительство в подходах рыб ранней темпоральной формы, динамика промысла также определялась преимущественно подходами рыб поздней темпоральной формы. Период наибольших уловов на Итурупе был смещен примерно на пятидневку, на более поздние даты по отношению к уловам на Сахалине.

Сопоставление горбуши из разных районов воспроизводства по числу склеритов в ПГЗ привело к неоднозначным результатам. Так, в 2017 г. по этому признаку в целом между рыбами с юго-восточного побережья Сахалина ( $M = 22,79$ ;  $SD = 1,947$ ;  $n = 187$ ) и

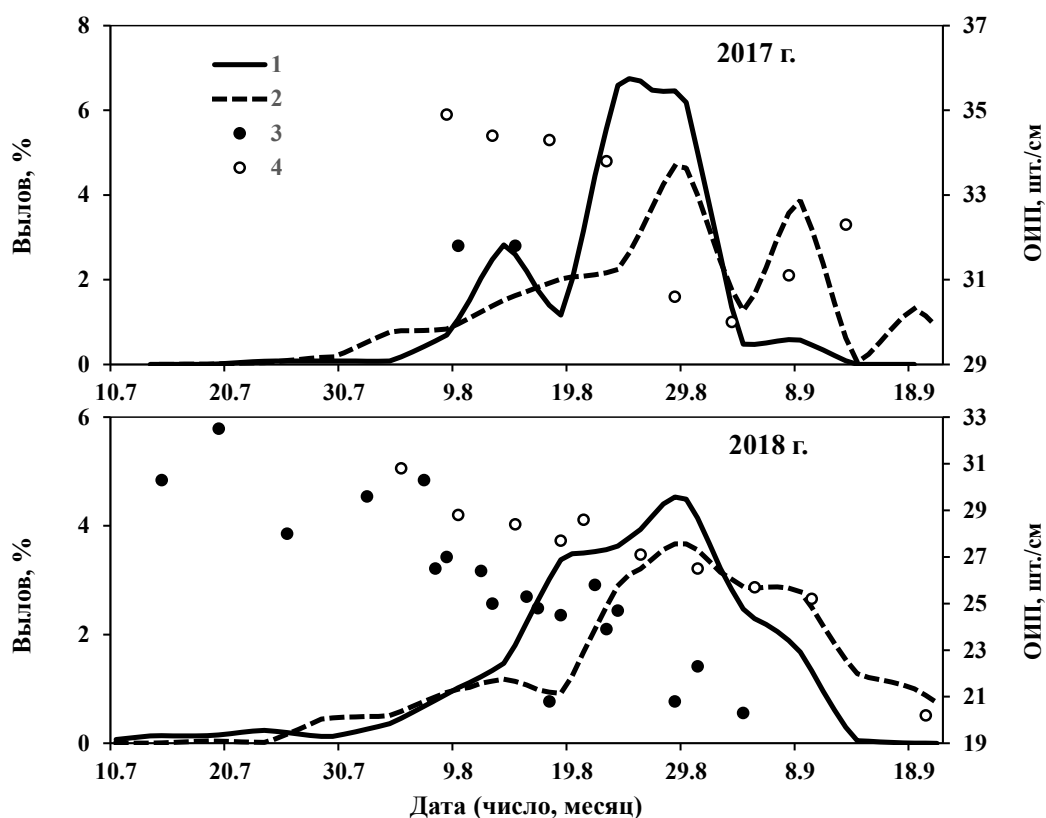


Рис. 1. Динамика уловов горбуши и относительной индивидуальной плодовитости (ОИП) самок на юго-восточном побережье о. Сахалин (1 — вылов, 3 — ОИП) и о. Итуруп (2 — вылов, 4 — ОИП) в 2017 и 2018 гг.

Fig. 1. Dynamics of pink salmon catches and relative individual fecundity of females at south-eastern Sakhalin Island (1 — catch, 3 — fecundity) and Iturup Island (2 — catch, 4 — fecundity) in 2017 and 2018

о. Итуруп ( $M = 21,97$ ;  $SD = 1,900$ ;  $n = 194$ ) обнаружены статистически достоверные различия ( $F = 17,0$ ;  $p < 0,001$ ). В то же время среднее значение числа склеритов и их частотное распределение в одной из сахалинских проб соответствовало таким характеристикам проб с о. Итуруп (см. таблицу, рис. 2). Напротив, в 2018 г. рыбы с юго-восточного побережья Сахалина ( $M = 22,71$ ;  $SD = 1,948$ ;  $n = 215$ ) и о. Итуруп ( $M = 22,88$ ;  $SD = 1,716$ ;  $n = 152$ ) по числу склеритов в целом между собой статистически не различались ( $F = 0,7$ ;  $p > 0,05$ ), в то время как среднее число склеритов в одной из сахалинских проб было традиционно больше аналогичных значений в пробах с о. Итуруп и, соответственно, других двух сахалинских проб (см. таблицу), что хорошо иллюстрируется их частотными распределениями (рис. 2).

Расхождения по среднему числу склеритов у рыб в разных пробах из одного района отмечались и ранее. Этот признак не имеет решающего значения для идентификации происхождения рыб, так как число склеритов на чешуе зависит не только от условий нагула, но и от реального возраста (различия по срокам ската из разных рек одного района). В то же время изменения межсклеритных расстояний на чешуе таких рыб остаются сходными, что и позволяет использовать особенности роста на первом году жизни, запечатленные на склеритограммах, для выявления различий горбуши по районам происхождения [Каев, 2015]. Судя по конфигурации склеритограмм ПГЗ, рыбы из разных проб в каждом из районов в меньшей степени различались между собой по этому признаку (рис. 3), чем рыбы из объединенных выборок разных райо-

Количество склеритов в первой годовой зоне роста чешуи горбуши на юго-восточном побережье Сахалина и о. Итуруп в 2017 и 2018 гг.  
Number of sclerites in the first annual growth zone of scales from pink salmon caught on southeastern Sakhalin and Iturup in 2017 and 2018

| № пробы          | Дата    | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>n</i> | № пробы          | Дата    | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>n</i> |
|------------------|---------|----------|-----------|----------|------------------|---------|----------|-----------|----------|
| Сахалин, 2017 г. |         |          |           |          | Сахалин, 2018 г. |         |          |           |          |
| 1                | 12.VIII | 22,20    | 1,911     | 56       | 7                | 17.VIII | 22,41    | 1,882     | 75       |
| 2                | 16.VIII | 22,94    | 1,955     | 70       | 8                | 28.VIII | 23,31    | 1,902     | 71       |
| 3                | 21.VIII | 23,15    | 1,878     | 61       | 9                | 30.VIII | 22,42    | 1,951     | 69       |
| Итуруп, 2017 г.  |         |          |           |          | Итуруп, 2018 г.  |         |          |           |          |
| 4                | 22.VIII | 22,02    | 1,971     | 61       | 10               | 20.VIII | 23,01    | 1,702     | 78       |
| 5                | 28.VIII | 22,33    | 1,884     | 78       | 11               | 09.IX   | 22,73    | 1,730     | 74       |
| 6                | 02.IX   | 21,42    | 1,739     | 55       | —                | —       | —        | —         | —        |

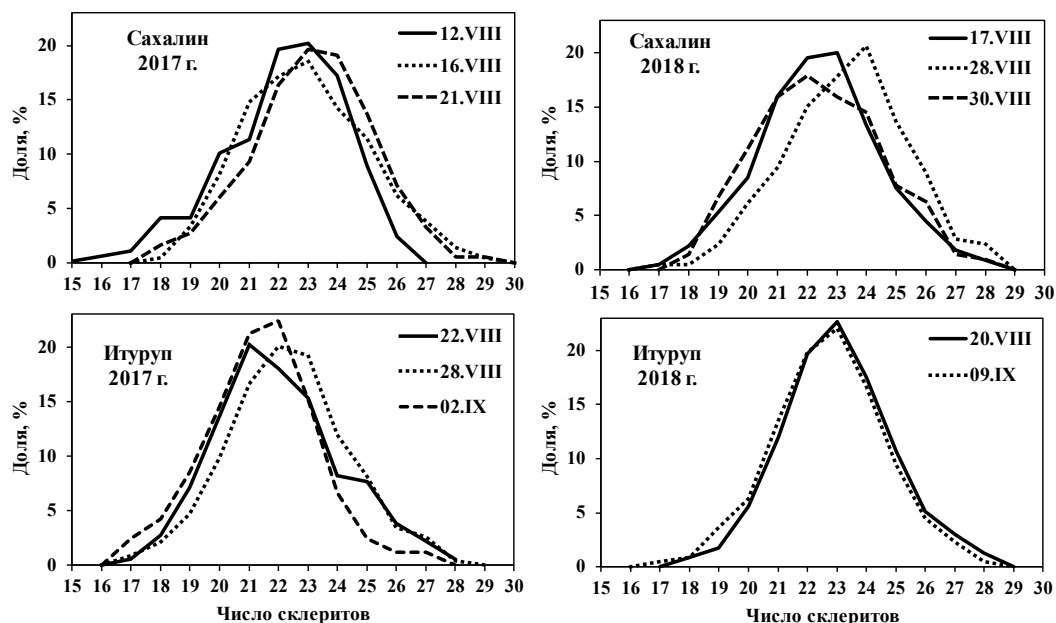


Рис. 2. Распределения по числу склеритов в ПГЗ чешуи у горбуши в разные даты сбора на о-вах Сахалин (юго-восточное побережье) и Итуруп в 2017 и 2018 гг.

Fig. 2. Distribution of the sclerites number in the first-year zone of scale from pink salmon caught on southeastern Sakhalin and Iturup on certain dates in 2017 and 2018

нов (рис. 4). Для статистического подтверждения этих различий при попарном сопоставлении склеритограмм разность между средними значениями межсклеритных расстояний соответствующих порядковых номеров оценена по критерию Фишера.

Сначала рассмотрим результаты сопоставления склеритограмм у горбуши возврата в 2017 г. Из 66 сравниваемых пар значений межсклеритных расстояний у горбуши из сахалинских проб только в шести парах значения критерия Фишера (от 4,08 до 6,02) превысили 1-й уровень, в трех парах (от 7,06 до 10,69) — 2-й уровень и только в двух парах (от 12,40 до 12,67) — 3-й уровень статистической значимости. Большинство из этих значимых расхождений пришлось на 2–5-е порядковые номера склеритов, отражая более быстрый рост рыб из первой пробы (здесь и далее номер пробы в соответствии с данными таблицы) в прибрежных морских водах. У горбуши о. Итуруп уровень таких расхождений существенно ниже. Из 66 сравниваемых пар значений межсклеритных расстояний только в четырех парах значения критерия Фишера (от 4,13 до 5,29) превысили 1-й уровень и лишь в одной паре (7,34) — 2-й уровень статистической

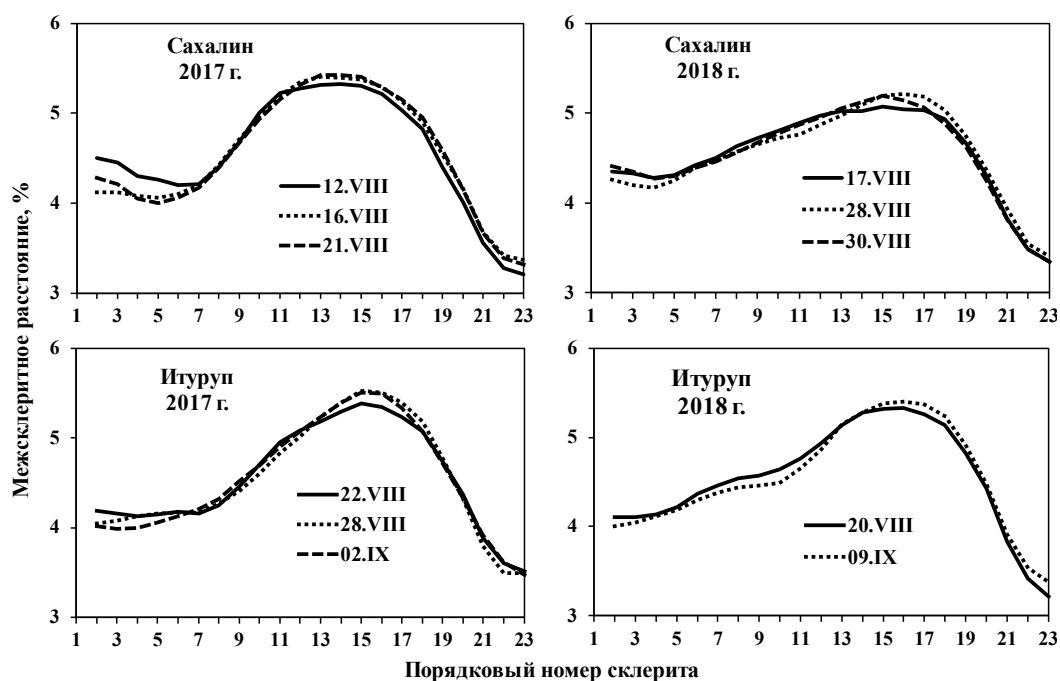


Рис. 3. Склеритогаммы ПГЗ чешуи у горбуши в разные даты сбора на о-вах Сахалин (юго-восточное побережье) и Итуруп в 2017 и 2018 гг.

Fig. 3. Scleritograms of the first-year zone of scale from pink salmon caught on southeastern Sakhalin and Iturup on certain dates in 2017 and 2018

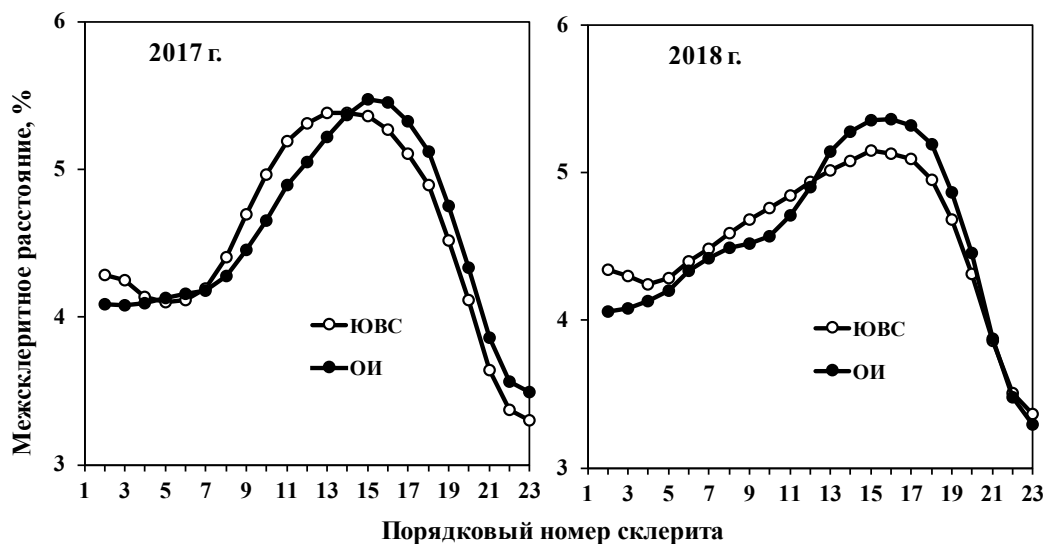


Рис. 4. Склеритогаммы ПГЗ чешуи у горбуши, осредненные для проб, собранных на юго-восточном побережье Сахалина (ЮВС) и о. Итуруп (ОИ) в 2017 и 2018 гг.

Fig. 4. Averaged scleritograms of the first-year zone of scale from pink salmon caught on south-eastern Sakhalin (ЮВС) and Iturup (ОИ) in 2017 and 2018

значимости. При этом 4 из значимых расхождений пришлось на 15–17-й порядковые номера склеритов, отражающих период наиболее быстрого роста сеголеток в центрально-южных районах Охотского моря. Сопоставление общих для каждого из районов склеритогамм горбуши показало существенно более высокий уровень расхождения по рассматриваемому признаку между рыбами из юго-восточного побережья Сахалина и

о. Итуруп. Из 22 сравниваемых пар значений межсклеритных расстояний в двух парах значения критерия Фишера (от 7,07 до 10,07) превысили 2-й уровень, а в 15 парах (от 11,56 до 46,49) — 3-й уровень статистической значимости. В результате если среднее значение критерия Фишера для всех сравниваемых пар межсклеритных расстояний у горбуши Сахалина (2,07) и Итурупа (1,38) показало статистическую незначимость суммарного расхождения признака, то аналогичное значение в варианте межрайонного сопоставления признака (18,61) превысило 3-й уровень статистической значимости.

Аналогичные, но еще более выраженные результаты получены при сопоставлении склеритограмм горбуши из возврата в 2018 г. Из 66 сравниваемых пар значений межсклеритных расстояний у горбуши из сахалинских проб значения критерия Фишера (от 0,00 до 3,772) ни в одной паре не превысили 1-й уровень статистической значимости, который был превышен только в двух (от 4,03 до 6,13) из 22 сравниваемых пар у горбуши о. Итуруп. Обе пары пришлось на 22–23-й склериты, характеризующие рост рыб в период зимовки. В то же время при сопоставлении общих для каждого из районов склеритограмм горбуши из 22 сравниваемых пар значений межсклеритных расстояний в трех парах значения критерия Фишера (от 4,29 до 6,02) превысили 1-й уровень, в одной паре (8,28) — 2-й уровень и в 10 парах (от 11,62 до 23,38) — 3-й уровень статистической значимости. Как следствие, среднее значение критерия Фишера для всех сравниваемых пар межсклеритных расстояний у горбуши Сахалина (0,95) и Итурупа (1,54) показало статистическую незначимость суммарного расхождения признака, а в варианте межрайонного сопоставления признака (9,35) превысило 2-й уровень статистической значимости.

Полученные результаты свидетельствуют о существенном расхождении профилей склеритограмм у рыб из разных районов воспроизводства. Тем не менее привлекает внимание сравнительно большое расхождение склеритограмм у горбуши юго-восточного побережья Сахалина в 2017 г. на участке чешуи, отражающем рост молоди в прибрежных районах моря, а именно рост особей из пробы № 2 (р. Вознесенка, южный участок побережья), который по своему характеру близок к таковому у горбуши о. Итуруп (слабая выраженность локального минимума межсклеритных расстояний на участке 4–6-го склеритов). Именно этот признак был положен в основу идентификации рыб курильского происхождения в уловах горбуши в 2014 г. в южной части о. Сахалин. Решению задачи тогда способствовало совпадение у рыб о. Итуруп и идентифицируемых сахалинских рыб конфигурации купола склеритограмм, отражающего рост сеголеток в центрально-южных районах моря [Каев, Животовский, 2016]. В 2017 г. ситуация оказалась иной. Конфигурация купола склеритограмм для рыб из разных проб также была сходной, но только в пределах каждого из районов. А при сопоставлении склеритограмм горбуши из разных районов хорошо видно смещение вершины купола у курильских рыб на большие порядковые номера склеритов (рис. 4). Как следствие, даже при сравнении наиболее сходных между собой склеритограмм горбуши из 2-й (Сахалин, 16 августа) и 4-й (Итуруп, 22 августа) проб, расхождения между ними оказываются довольно существенными. Так, из 22 сравниваемых пар значений межсклеритных расстояний в четырех парах значения критерия Фишера (от 4,18 до 6,27) превысили 1-й уровень, в пяти парах (от 7,19 до 10,64) — 2-й уровень и в двух парах (от 11,57 до 13,14) — 3-й уровень статистической значимости, при этом и среднее значение критерия для всех сравниваемых пар также подтвердило статистическую значимость расхождений ( $F = 4,57; p < 0,05$ ).

В заключение этого обзора все же следует обратить внимание на то, что некоторые параметры возврата этих поколений, такие как противоположные по знаку резкие изменения численности горбуши в этих районах и сопутствующие им отклонения в некоторых пробах числа склеритов в ПГЗ чешуи в сторону величин этого признака у рыб в соседнем районе, можно было трактовать в пользу гипотезы флюктуирующих стад горбуши [Глубоковский, Животовский, 1986]. Однако аномальные отклонения значений того или иного признака являются вполне нормальным явлением в биологических исследованиях, поэтому итоговый результат должен базироваться на

комплексе используемых признаков. Прежде всего, увеличение возврата горбуши на о. Итуруп в 2017 и 2018 гг. за счет стрейнга рыб сахалинского происхождения весьма маловероятно даже по той причине, что уровень воспроизводства данных поколений в южной части Сахалина был критически низок вследствие дефицита производителей на нерестилищах и продолжающегося воздействия неблагоприятных факторов среды [Каев, 2019]. Малая величина ожидаемых уловов горбуши на о. Итуруп в 2017 г. вполне могла быть связана с крайне осторожной прогнозной оценкой после резкого снижения численности родительского поколения, как это происходило и ранее [Каев, 2011], при этом динамика уловов соответствовала таковой при возврате предыдущих циклических поколений. А в 2018 г. подходы горбуши к этому острову соответствовали по величине и по динамике прогнозным ожиданиям (рис. 5). Диссонансом выглядит снижение ОИП самок горбуши на о. Итуруп в конце августа 2017 г. Соответствующих данных для этого периода на юго-восточном побережье Сахалина нет, однако и в этом районе должно было наблюдаться закономерное снижение значений ОИП, связанное, в частности, с ходом разных темпоральных форм горбуши и постепенным приростом длины самок по мере миграции [Каев, 2012]. Такой процесс хорошо виден в обоих районах в 2018 г., при этом значения ОИП самок на Итурупе оставались более высокими в течение всего хода, подтверждая тем самым расхождения рыб из этих районов по данному признаку (см. рис. 1).

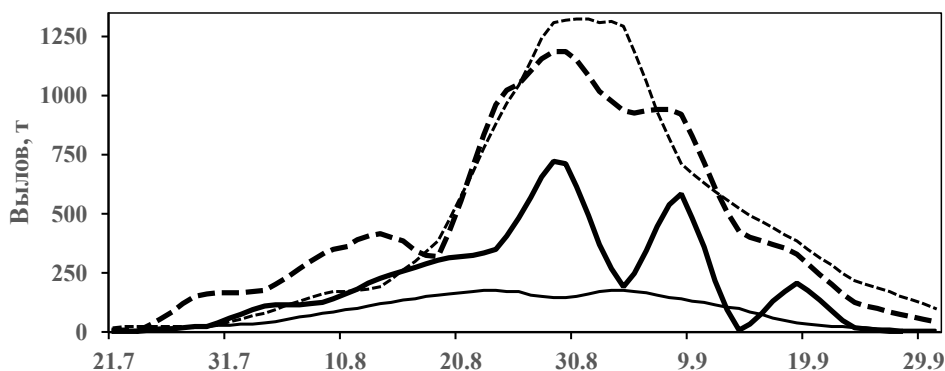


Рис. 5. Прогноз (тонкая линия) и фактическая динамика уловов горбуши (жирная линия) на о. Итуруп в 2017 г. (сплошная линия) и 2018 г. (штриховая линия)

Fig. 5. Forecast (thin line) and actual dynamics (bold line) of pink salmon catches on Iturup Island in 2017 (solid line) and 2018 (dashed line)

## Выводы

Результаты анализа данных по формированию численности горбуши, сезонной динамике уловов, тенденций изменения ОИП самок и статистически достоверных различий между межсклеритными расстояниями в ПГЗ чешуи рыб из разных районов воспроизводства показали, что предположение о возможном, по крайней мере массовом, перераспределении горбуши между юго-восточным побережьем Сахалина и о. Итуруп в 2017, 2018 гг. является несостоятельным несмотря на обнадеживающие значения отдельных признаков.

## Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам СахНИРО, обеспечившим сбор проб и проведение биологических анализов горбуши, включавших отбор образцов чешуи.

## Финансирование работы

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Соблюдение этических стандартов

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с использованием животных в качестве объектов. Авторы заявляют, что данное обобщение не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

### Информация о вкладе авторов

А.М. Каев — разработка концепции исследования, контроль всех процессов по измерениям чешуи и статистической обработке данных, анализ результатов и написание статьи.

Л.В. Ромасенко — систематизация образцов чешуи, их камеральная обработка, измерение межсклеритных расстояний, редактирование текста.

Д.А. Каев — фотографирование образцов чешуи и их распечатка, измерение межсклеритных расстояний, статистическая обработка данных.

### Список литературы

Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб : моногр. — М. : Наука, 1997. — 288 с.

Глубоковский М.К., Животовский Л.А. Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биол. моря. — 1986. — Т. 12, № 2. — С. 39–43.

Гриценко О.Ф. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 1990. — Т. 30, вып. 5. — С. 825–835.

Иванков В.Н. Популяционная организация у тихоокеанских лососей с коротким пресноводным периодом жизни // Вопр. ихтиол. — 1993. — Т. 33, № 1. — С. 78–83.

Каев А.М. О некоторых вопросах динамики численности темпоральных форм горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на Сахалине и южных Курильских островах // Вопр. ихтиол. — 2019. — Т. 59, № 4. — С. 452–460. DOI: 10.1134/S0042875219030081.

Каев А.М. Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 32–53.

Каев А.М. Ретроспективная оценка роста горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* по чешуе: региональная изменчивость // Вопр. ихтиол. — 2015. — Т. 55, № 3. — С. 298–312. DOI: 10.7868/S0042875215030078.

Каев А.М. Снижение численности горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Сахалино-Курильском регионе как следствие действия экстремальных факторов среды // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 3–14. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-3-14.

Каев А.М. Темпоральная структура и некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 1. — С. 62–71.

Каев А.М., Животовский Л.А. Новые данные к дискуссии о локальных и флуктуирующих стадах горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 187. — С. 122–144.

Плохинский Н.А. Биометрия : моногр. — 2-е изд. — М. : МГУ, 1970. — 367 с.

Темных О.С. Региональная изменчивость склеритограмм чешуи азиатской горбуши // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 375–390.

### References

Altukhov, Yu.P., Salmenkova, E.A., and Omel'chenko, V.T., *Populyatsionnaya genetika lososevykh ryb* (Population Genetics of Salmon Fishes), Moscow: Nauka, 1997.

Glubokovskii, M.K. and Zhivotovskii, L.A., Population structure of pink salmon: System of fluctuating stocks, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1986, vol. 12, no. 2, pp. 39–43.

Gritsenko, O.F., The population structure of the Sakhalin pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, *Vopr. Ikhtiolog.*, 1990, vol. 30, no. 5, pp. 825–835.

Ivanov, V.N., Populational organization in the pacific salmon with short fresh-water life period, *Vopr. Ikhtiolog.*, 1993, vol. 33, no. 1, pp. 78–83.

Kaev, A.M., On some questions of the dynamics of the number of temporal forms of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* on Sakhalin and the southern Kuril Islands, *Vopr. Ikhtiolog.*, 2019, vol. 59, no. 4, pp. 452–460. doi 10.1134/S0042875219030081

**Каев, А.М.**, Testing of forecasting and managing efficiency for pink salmon fishery in Sakhalin-Kuril region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 167, pp. 32–53.

**Каев, А.М.**, Retrospective analysis of growth in pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* using scales: regional variability, *J. Ichthyol.*, 2015, vol. 55, no. 3, pp. 373–386.

**Каев, А.М.**, Decreasing of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) abundance in Sakhalin-Kuril region as consequence of extreme environmental factors impact, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 192, pp. 3–14. doi 10.26428/1606-9919-2018-192-3-14

**Каев, А.М.**, Temporal structure and some features of stock dynamics of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae), *J. Ichthyol.*, 2012, vol. 52, no. 1, pp. 57–67.

**Каев, А.М. and Zhivotovsky, L.A.**, New findings to discussion on local versus fluctuating stocks of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 187, pp. 122–144.

**Plokhinskii, N.A.**, *Biometriya* (Biometry), Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1970.

**Temnykh, O.S.**, Regional variability of the Asian pink salmon scales' scleritogrammas, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1998, vol. 124, pp. 375–390.

Поступила в редакцию 27.05.2020 г.

После доработки 17.08.2020 г.

Принята к публикации 20.08.2020 г.