

Научная статья / Original article

УДК 597.553.2(282.257.21)

doi:10.15853/2072-8212.2022.67.33-45



К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЗОН СБЛИЖЕННЫХ СКЛЕРИТОВ НА ЧЕШУЕ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В БАСЕЙНЕ Р. БОЛЬШОЙ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КАМЧАТКИ)

Бугаев Виктор Федорович, Зикунова Ольга Владимировна, Травина Татьяна Николаевна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, zikunova@kamniro.ru

Аннотация. Возобновление сезонного роста и формирование годовых колец на чешуе у молоди тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кижуча и симы) в бассейне р. Большой происходит с середины мая и до середины июня. Во второй половине июня и до конца июля никаких новых образований на чешуе сеголетков и годовиков практически не отмечалось. В августе–октябре у сеголетков исследуемых видов лососей происходит формирование дополнительных зон сближенных склеритов (дополнительных ЗСС), которые по принятой в ихтиологии классификации следует считать ложными годовыми кольцами. У годовиков кижуча и симы формирование дополнительных ЗСС во второе лето роста (за редким исключением) не обнаружено. Наиболее часто дополнительные ЗСС образуются у сеголетков чавычи (17,4%), несколько реже у сеголетков нерки (12,1%) и кижуча (7,1%), единично встречаются у сеголетков симы (1,0%). У годовиков чавычи встречаемость дополнительных ЗСС в первое лето роста составляет 28,1%, нерки — 12,6%, кижуча — 11,7%, годовиков симы — 4,8%.

Ключевые слова: возраст, чешуя, склериты, молодь тихоокеанских лососей, чавыча, нерка, кижуч, сима, пресноводный период жизни, длина тела

Для цитирования: Бугаев В.Ф., Зикунова О.В., Травина Т.Н. К вопросу об образовании дополнительных зон сближенных склеритов на чешуе молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 67. С. 33–45.

Благодарности: сотрудникам «КамчатНИРО» Н.А. Растягаевой, В.В. Фролову, А.С. Потапову, О.О. Ким и К.О. Лукиной, участвовавшим в сборе и обработке материалов по молоди лососей бассейна р. Большой.

TO THE ISSUE OF THE ORIGIN OF FALSE ANNUAL RINGS ON SCALE OF JUVENILE PACIFIC SALMON IN THE BOLSHAYA RIVER BASIN (SOUTHEAST KAMCHATKA)

Victor F. Bugaev, Olga V. Zikunova, Tatiana N. Travina

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, zikunova@kamniro.ru

Abstract. Seasonal growth and formation of annual rings on scale of juvenile Pacific salmon (Chinook, sockeye, coho and cherry salmons) restart in the Bolshaya River basin from mid May to mid June. In the last half of June and until the end of July, there are actually no additional formations on the scales of both underyearlings and yearlings. In August–October false annual rings (FARs) of dense circuli can be observed on scales of underyearlings of species mentioned above. Forming the extra FARs in the yearlings of coho and cherry salmon during their second season of growth not found (few exceptions only). The underyearling's FARs are most frequent (17.4%) in Chinook salmon, following by sockeye salmon (12.1%) and coho salmon (7.1%), and the most rare (1.0%) in cherry salmon. The frequency of the FARs in yearlings during their growth period in the first summer is 28.1% in Chinook salmon, 12.6% in sockeye salmon, 11.7% in coho salmon and 4.8% in cherry salmon.

Keywords: age, scale, sclerites, juvenile Pacific salmon, king salmon, sockeye salmon, coho salmon, cherry salmon, freshwater period of life, body length

For citation: Bugaev V.F., Zikunova O.V., Travina T.N. To the issue of the origin of false annual rings on scale of juvenile Pacific salmon in the Bolshaya River system (Southeast Kamchatka) // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 67. P. 33–45. (In Russian)

Acknowledgments: the authors are grateful to KamchatNIRO staff members N.A. Rastigaeva, V.V. Frolov, A.S. Potapov, O.O. Kim and K.O. Lukina, who participated in sampling and processing juvenile salmons in the Bolshaya River basin.

В ихтиологии целью определения возраста рыб является оценка принадлежности особи к определенному поколению, а не определение продолжительности жизни в течение года (от периода выхода из нерестового бугра и далее до года жизни на плаву). Наиболее точно оценку возрастного состава совокупностей лососевых рыб (и других) можно провести только с учетом сезонных ритмов роста, которые проявляются на чешуе рыб в образовании годовых колец (годовых зон сближенных склеритов — годовых ЗСС). К их появлению ведет возобновление роста после его остановки в определенное время года (Никольский, 1974; Мина, 1976; Мина, Клевезаль, 1976; Ваганов, 1978; Бугаев, 1995; и др.). В частности, у молоди тихоокеанских лососей в пресных водоемах сезонная остановка роста длится до 5–7 месяцев и более (Никольский, 1974; Мина, 1976; Ваганов, 1978; Morita et al., 2010, 2011; и др.). По принятой классификации, отметки на регистрирующих структурах у рыб (в нашем случае — ЗСС на чешуе), образующиеся в период уже начавшегося сезонного роста, считаются дополнительными. Придерживаясь данного методического подхода, многие годы и определяется возраст молоди тихоокеанских лососей из водоемов Камчатского края (Бугаев, 1995; Захарова, Бугаев, 2013; Бугаев, Ярош, 2014а, б; Бугаев и др., 2018, 2019, 2020, 2021; и др.).

На западном побережье Камчатки воспроизводятся все шесть видов тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus*. Такие виды, как кета *O. keta* и горбуша *O. gorbuscha*, имеют сокращенный пресноводный период жизни, скатываясь в море на нагул сеголетками. Остальные виды: чавыча *O. tshawytscha*, нерка *O. nerka*, кижуч *O. kisutch* и сима *O. masou* — характеризуются достаточно длительным пресноводным периодом, обычно 1–2 года, который в отдельных случаях может продолжаться 3 года и более. Таким образом, в реках Западной Камчатки молодь разных видов тихоокеанских лососей с продолжительным пресноводным периодом совместно нагуливается один год и более.

Цель настоящей работы — с помощью анализа линейного роста и структуры чешуи четырех видов тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кижуча и симы), нагуливающих совместно в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки), определить наличие или отсутствие видовой специфики в формировании дополнительных образований на чешуе. Полученные результаты будут способствовать более точному определению возраста молоди,

поскольку видовая специфика в сроках формирования годовых колец была установлена ранее (Захарова, Бугаев, 2013; Бугаев, Ярош, 2014а, б; Бугаев и др., 2018, 2020; и др.), а сроки формирования дополнительных структур на чешуе молоди тихоокеанских лососей до сих пор не рассматривали.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Облов молоди тихоокеанских лососей осуществляли в бассейне р. Большой с апреля по октябрь (периодичность — 1–2 раза в месяц) в 2007, 2017–2020 гг. (нерки и чавычи — в 2007, 2017–2020 гг., кижуча и симы — в 2017–2020 гг.) на четырех станциях (рис. 1):

1) станция «Трос» — нижнее течение р. Большой (30–35 км от устья);

2) станция «р. Быстрая» — нижнее течение р. Быстрой (60–65 км от устья р. Большой);

3) станция «р. Плотникова – 1» — среднее течение р. Плотникова (100–110 км от устья р. Большой);

4) станция «р. Плотникова – 2» — среднее течение р. Плотникова (145–150 км от устья р. Большой).

Молодь отлавливали мальковым неводом с шагом ячеи 5 мм, высотой стенки 1 м и длиной 10 м. Рыб после поимки для дальнейшей камеральной обработки фиксировали в 10%-м формалине.

Уловы молоди лососей на разных станциях в бассейне р. Большой значительно колебались в зависимости от сезона года, вида и места лова (иногда уловы были незначительные или вовсе отсутствовали). Тем не менее за несколько лет авторам удалось собрать материалы, необходимые для проведения сравнительного анализа. Общее количество проанализированных особей составило: чавычи — 751, нерки — 449, кижуча — 1175, симы — 537 экз. Дифференцированно по датам, районам и исследуемым видам материал представлен в таблице 1 раздела «Результаты и обсуждение».

При проведении биологического анализа чешую у молоди тихоокеанских лососей отбирали выше боковой линии между спинным и жировым плавниками по методике Клаттера и Уайтсела (Clutter, Whitesel, 1956). Чешую просматривали под микроскопом МБС-1 (объектив — 4–7, окуляр — 8), оборудованным видеокамерой “Levenhuk” Model C510. Определение возраста молоди тихоокеанских лососей проводили, придерживаясь стандартных рекомендаций (Мина, 1976; Ваганов, 1978; Бугаев, 1995; и др.).

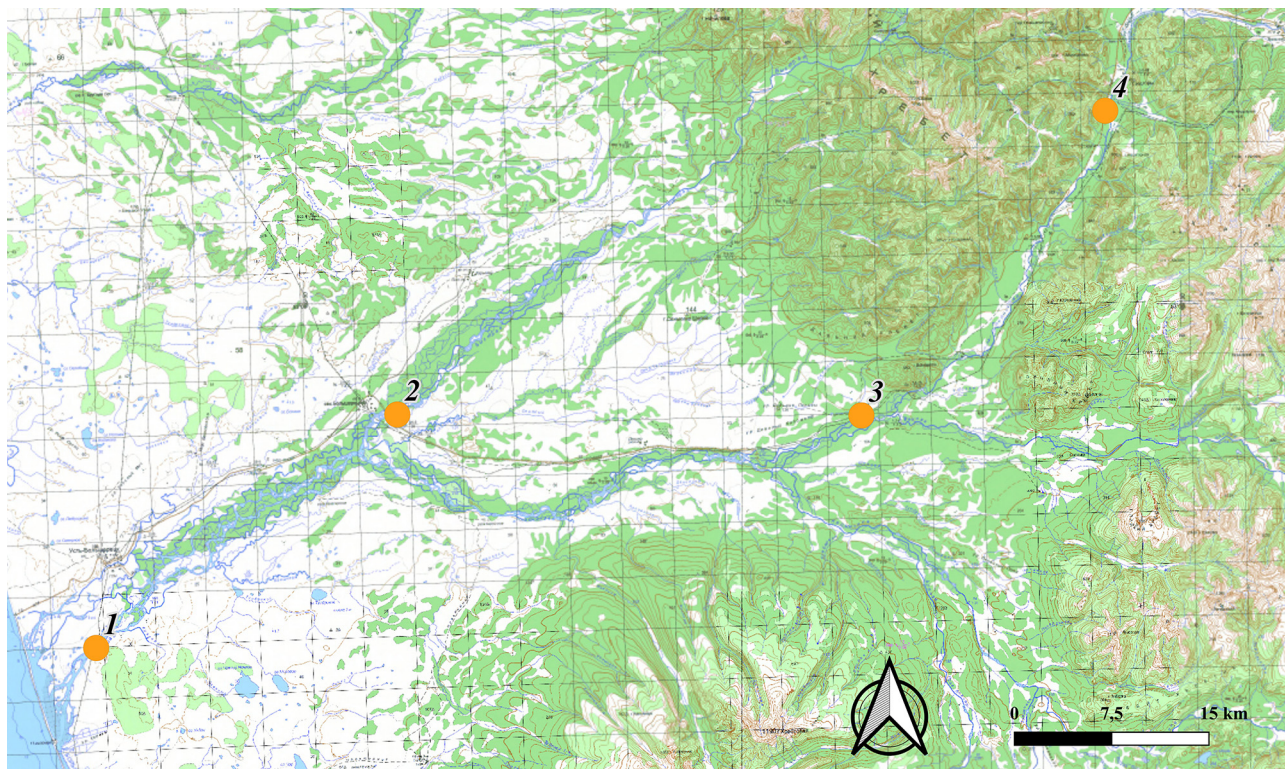


Рис. 1. Карта района исследований. Маркерами обозначены места обловов молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг.: 1 — станция «Трос», 2 — станция «р. Быстрая», 3 — станция «р. Плотникова – 1», 4 — станция «р. Плотникова – 2»
 Fig. 1. Map of the study area. Markers indicate the stations of Pacific salmon sampling in the Bolshaya River basin in 2007, 2017–2020: 1 – the station “Tros”, 2 – the station “Bystraya River”, 3 – the station “Plotnikova-1 River”, 4 – the “Plotnikova-2 River”

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что при просмотре чешуи молоди и половозрелых тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом в некоторых случаях операторы помимо годовых колец отмечают дополнительные образования — ложные годовые кольца (дополнительные ЗСС), что может существенно искажать получаемые результаты.

Однако в настоящее время в литературе имеется достаточно много примеров анализа линейных размеров и структуры чешуи у молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой: чавычи (Бугаев, Ярош, 2014б), нерки (Бугаев и др., 2018), кижуча (Бугаев, Ярош, 2014а; Бугаев и др., 2019) и симы (Захарова, Бугаев, 2013; Бугаев и др., 2020, 2021). В связи с этим у специалистов, пользующихся современными рекомендациями по определению возраста молоди лососей, не вызывает особых затруднений идентификация дополнительных ЗСС при определении возраста особей. Так, на рисунках 2–7 продемонстрированы типичные образцы чешуи молоди тихоокеанских лососей бассейна р. Большой с выделяемыми авторами дополнительными ЗСС.

В таблицах 1–4 представлена информация о встречаемости дополнительных ЗСС на чешуе молоди чавычи, нерки, кижуча и симы в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг., общем количестве рыб в выборках, в том числе по датам и исследуемым районам. Кроме того, приведены средние значения встречаемости дополнительных ЗСС по периодам. Выборки с 1–2 экз. молоди к анализу не привлекали.

В имеющихся материалах авторы выделяют два периода (квартала): первый — с апреля по июнь (II квартал), второй — с июля по сентябрь (III квартал). Причем оказалось, что если возобновление сезонного роста и формирование годовых ЗСС (годовых колец) у молоди лососей р. Большой происходит полностью в течение первого периода, то дополнительных ЗСС — только в течение второго.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что в первый период наиболее часто дополнительные ЗСС встречаются в первое лето роста у годовиков чавычи — 28,1% (у нерки — 12,6%, кижуча — 11,7%, годовиков симы — 4,8%).

При этом во второй период дополнительные ЗСС особенно часто встречаются у сеголетков чавычи (17,4%). У сеголетков нерки встречае-



Рис. 2. Станция «р. Плотникова – 2», чавыча, 11.10.2018, самец, возраст 0+, АС – 72 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС
Fig. 2. The station “Plotnikova-2 River”, Chinook salmon, October 11, 2018, male, 0+ age, AC – 72 mm. The arrow marks the upper edge of the false annual ring

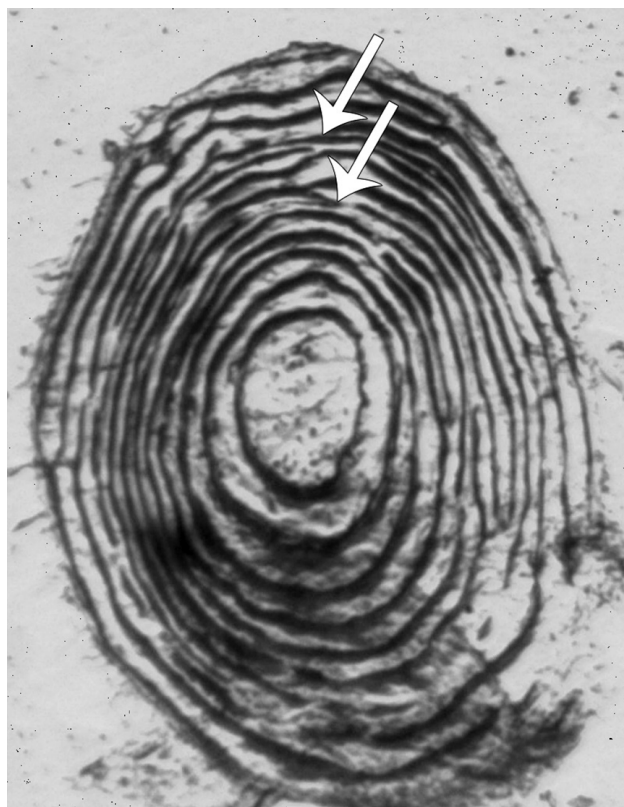


Рис. 3. Станция «р. Быстрая», чавыча, 12.06.2019, самец, возраст 1+, АС – 82 мм. Ближней к центру стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС, второй от центра стрелкой – верхняя граница годовой ЗСС
Fig. 3. The station “Bystraya River”, Chinook salmon, June 12, 2019, male, 1+ age, AC – 82 mm. The arrow nearest to the center marks the upper edge of the false annual ring, another arrow – the upper edge of the actual annual ring

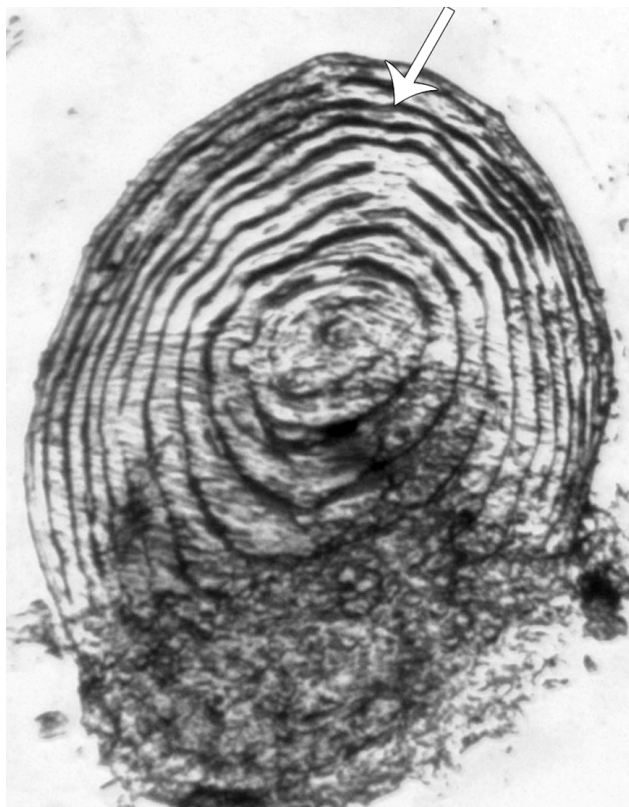


Рис. 4. Станция «р. Плотникова – 1», нерка, 18.10.2019, самец, возраст 0+, АС – 74 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС
Fig. 4. The station “Plotnikova-1 River”, sockeye salmon, October 18, 2019, male, 0+ age, AC – 74 mm. The arrow marks the upper edge of the false annual ring



Рис. 5. Станция «р. Плотникова – 1», кижуч, 28.10.2019, самец, возраст 0+, АС – 76 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС
Fig. 5. The station “Plotnikova-1 River”, coho salmon, October 28, 2019, male, 0+ age, AC – 76 mm. The arrow marks the upper edge of the false annual ring



Рис. 6. Станция «р. Плотникова – 1», кижуч, 18.10.2019, самец, возраст 1+, АС — 99 мм. Ближней к центру стрелкой показана верхняя граница годовой ЗСС, вторая от центра — дополнительная ЗСС
Fig. 6. The station “Plotnikova-1 River”, coho salmon, October 18, 2019, male, 1+ age, AC — 99 mm. The arrow nearest to the center marks the upper edge of the actual annual ring, another arrow — the false annual ring



Рис. 7. Станция «р. Плотникова – 2», сима, 11.10.2017, самец, возраст 0+, АС — 87 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС
Fig. 7. The station “Plotnikova-1 River”, cherry salmon, October 18, 2019, male, 0+ age, AC — 87 mm. The arrow nearest to the center marks the upper edge of the actual annual ring, another arrow — the false annual ring

Таблица 1. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди чавычи в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг.
Table 1. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile Chinook salmon in the Bolshaya River basin in 2007 and 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Серолетки / Underyearlins		Годовики / Yearlings	
		Встречаемость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Samples size	Встречаемость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	14.05.2020	—	—	33,3	3
	08.06.2020	—	—	5,6	18
	18.06.2020	—	—	5,6	18
	27.06.2009	—	—	22,2	9
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>		—	—	16,7	—
Р. Большая / Bolshaya R.	11.07.2019	0,0	4	—	—
	19.07.2007	0,0*	2*	—	—
	23.07.2020	0,0	14	—	—
	27.07.2007	0,0	5	—	—
	10.08.2020	16,7	6	—	—
	16.08.2017	62,5	8	—	—
	16.08.2019	12,5	16	—	—
	31.08.2020	0,0	24	—	—
	12.09.2019	0,0	14	—	—
	17.09.2020	25,0	16	—	—
	05.10.2020	46,7	15	—	—
	11.10.2007	12,5	8	—	—
	12.10.2007	5,4	37	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		15,1	—	—	—

мость таких случаев меньше (12,1%), кижуча — еще меньше (7,1%), а у симы — самая низкая (1,0%) (табл. 5). Во второй период у годовиков

кижуча дополнительные ЗСС в первый год роста достаточно редки (0,8%), а у других видов они отмечены не были.

Таблица 1. Окончание. Начало на стр. 37 / Table 1. The end. Begins on page 37

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки / Underyearlings		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Samples size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	24.04.2017	—	—	37,5	8
	11.05.2017	—	—	25,0	4
	21.05.2020	—	—	50,0	14
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>		—	—	37,5	—
Р. Быстрая / Bystraya R.	19.07.2017	0,0	7	—	—
	10.08.2020	0,0	27	—	—
	16.08.2017	0,0	9	—	—
	31.08.2020	0,0	39	—	—
	17.09.2020	46,7	30	—	—
	05.10.2020	29,3	65	—	—
	<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		12,7	—	—
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	18.05.2017	—	—	30,0	10
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	20.07.2017	0,0	4	—	—
	16.08.2017	0,0	18	—	—
	31.08.2020	11,5	52	—	—
	17.09.2020	15,4	39	—	—
	05.10.2020	9,6	52	—	—
	11.10.2018	66,7	6	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		17,2	—	—	—
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	16.08.2017	0,0	14	—	—
	10.09.2020	10,0	52	—	—
	05.10.2020	42,9	7	—	—
	11.10.2017	38,5	26	—	—
	11.10.2018	32,1	28	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		24,7	—	—	—
Все районы All sites	Среднее, 1-й период Mean for the 1 st period		—	—	28,1
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 nd period		17,4	—	—

* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 2. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди нерки в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг.

Table 2. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile sockeye salmon in the Bolshaya River basin in 2007 and 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки / Underyearlings		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	11.05.2017	—	—	0,0*	1*
	13.05.2019	—	—	24,1	29
	21.05.2020	—	—	16,7	6
	08.06.2020	0,0*	1*	—	—
	12.06.2019	—	—	5,7	35
	19.06.2017	—	—	0,0	4
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>		—	—	11,6	—
Р. Большая / Bolshaya R.	13.07.2007	0,0	4	—	—
	27.07.2007	0,0	5	—	—
	12.09.2019	0,0	10	—	—
	13.09.2017	20,0	20	—	—
	17.09.2020	0,0	21	—	—
	12.10.2007	24,3	37	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		7,4	—	—	—

Таблица 2. Окончание. Начало на стр. 38 / Table 1. The end. Begins on page 38

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки / Underyearlings		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	23.04.2019	–	–	0,0	6
	24.04.2017	–	–	0,0	5
	13.05.2019	–	–	0,0	21
	18.05.2017	–	–	0,0*	1*
	21.05.2020	–	–	0,0	4
	06.05.2020	–	–	44,4	9
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 st period		–	–	8,9	–
Р. Быстрая / Bystraya R.	12.09.2019	20,0	5	–	–
	13.09.2017	25,0	24	–	–
	17.09.2020	0,0	11	–	–
	18.10.2019	54,5	11	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		24,9	–	–	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	11.05.2017	–	–	0,0	14
	23.07.2020	0,0	3	0,0	5
	10.08.2020	0,0	7	0,0	2
	16.08.2019	0,0	7	–	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	31.08.2020	6,7	15	–	–
	12.09.2019	50,0	10	–	–
	05.10.2020	30,0	10	–	–
	18.10.2019	33,3	12	–	–
	28.10.2019	10,0	10	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		16,3	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	18.05.2017	–	–	30,0	20
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	13.09.2017	0,0	20	–	–
Все районы All locations	Среднее, 1-й период Mean for the 1 st period	–	–	12,6	–
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 nd period	12,1	–	0,0	–

* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 3. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди кижуча в бассейне р. Большой в 2017–2020 гг.
Table 3. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile coho salmon in the Bolshaya River basin in 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	10.05.2017	–	–	–	–	0,0	3
	13.05.2019	–	–	0,0	19	0,0*	1*
	14.05.2020	–	–	14,9	47	0,0	6
	21.05.2020	–	–	53,3	30	0,0*	2*
	24.05.2017	–	–	–	–	0,0	3
	08.06.2020	–	–	0,0	8	0,0	5
	12.06.2019	–	–	–	–	0,0*	1*
	14.06.2017	–	–	–	–	0,0*	2*
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 st period		–	–	17,1	–	0,0	–
Р. Большая / Bolshaya R.	23.07.2020	0,0*	2*	0,0	4	–	–
	10.08.2020	0,0*	2*	0,0*	2*	–	–
	17.09.2020	0,0	16	0,0	3	–	–
	05.10.2020	16,7	6	0,0	22	–	–
	11.07.2019	–	–	0,0	5	–	–
	16.08.2017	0,0	21	0,0*	2*	–	–
	16.08.2019	16,7	18	–	–	–	–
	12.09.2019	24,4	45	–	–	–	–
	13.09.2017	8,3	12	0,0	6	–	–
	Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		11,0	–	0,0	–	–
Р. Быстрая / Bystraya R.	24.04.2017	–	–	0,0	7	–	–
	06.05.2020	–	–	10,1	39	–	–
	11.05.2017	–	–	0,0*	2*	0,0*	2*
	13.05.2019	–	–	4,0	25	0,0	4
	21.05.2020	–	–	46,2	13	0,0	6
	24.05.2017	–	–	0,0	14	0,0	4
	12.06.2019	–	–	0,0	16	0,0	9
	27.06.2019	–	–	0,0*	2*	–	–
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 st period		–	–	10,1	–	0,0	–

Таблица 3. Окончание. Начало на стр. 39 / Table 3. The end. Begins on page 39

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	11.07.2019	–	–	0,0	7	0,0	5
	10.08.2020	0,0	29	3,4	29	–	–
	16.08.2017	0,0	7	0,0	9	–	–
	16.08.2019	0,0	7	–	–	–	–
	31.08.2020	0,0	6	5,6	36	–	–
	12.09.2019	32,1	28	0,0	4	–	–
	13.09.2017	13,3	15	0,0	5	–	–
	17.09.2020	20,0	5	–	–	–	–
	11.10.2017	0,0*	2*	–	–	–	–
	18.10.2019	45,2	42	–	–	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		13,8	–	1,5	–	0,0	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	25.05.2017	–	–	11,1	9	0,0	3
	12.06.2019	–	–	0,0	18	–	–
	15.06.2017	0,0*	1*	50,0*	2*	0,0*	1*
	25.06.2020	–	–	0,0	6	–	–
	27.06.2019	–	–	0,0	9	–	–
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 st period		–	–	15,3	–	0,0	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	11.07.2019	0,0	9	0,0	4	–	–
	23.07.2020	0,0	24	0,0	42	–	–
	10.08.2020	0,0	21	0,0	37	–	–
	16.08.2017	0,0	37	0,0	33	–	–
	31.08.2020	0,0*	1*	0,0	12	–	–
	12.09.2019	5,3	19	6,3	16	–	–
	17.09.2020	0,0	9	0,0	18	–	–
	05.10.2020	0,0	3	0,0	27	–	–
	11.10.2017	0,0*	2*	–	–	–	–
	18.10.2019	25,0	3	0,0	27	–	–
	19.10.2020	–	–	0,0	11	–	–
	28.10.2019	0,0	6	11,5	26	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		3,4	–	1,6	–	–	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	23.04.2019	–	–	0,0	7	0,0	2
	18.05.2017	–	–	0,0*	2*	0,0	4
	27.06.2019	–	–	33,3	3	0,0*	1*
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 st period		–	–	16,7	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	16.08.2017	0,0	9	0,0	10	–	–
	16.08.2019	–	–	0,0	13	–	–
	12.09.2019	0,0	3	0,0*	1*	–	–
	13.09.2017	0,0	14	0,0	5	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		0,0	–	0,0	–	–	–
Все районы All sites	Среднее, 1-й период Mean for the 1 st period		–	11,7	–	0,0	–
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 nd period		7,1	–	0,8	–	–

* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 4. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди симы в бассейне р. Большой в 2017–2020 гг.
Table 4. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile cherry salmon in the Bolshaya River basin in 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	13.05.2019	–	–	–	–	0,0*	1*
	11.07.2019	–	–	0,0	3	–	–
Р. Большая / Bolshaya R.	16.08.2017	–	–	0,0	7	–	–
	12.09.2019	–	–	0,0*	1*	–	–
	05.10.2020	0,0	3	0,0	2	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 nd period		0,0	–	0,0	–	–	–

Таблица 4. Окончание. Начало на стр. 40 / Table 4. The end. Begins on page 40

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	23.04.2019	–	–	0,0	5	–	–
	11.05.2017	–	–	0,0*	1*	–	–
	28.05.2019	–	–	0,0	2	–	–
	06.05.2020	–	–	8,7	23	–	–
	12.06.2019	–	–	1,7	5	–	–
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>		–	–	2,6	–	–	–
Р. Быстрая / Bystraya R.	11.07.2019	–	–	0,0	23	–	–
	10.08.2020	–	–	0,0	4	–	–
	16.08.2017	–	–	0,0	7	–	–
	05.10.2020	0,0	3	0,0*	2*	–	–
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		0,0	–	0,0	–	–	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	24.04.2017	–	–	12,5	8	0,0	6
	21.05.2020	0,0	23	0,0	5	–	–
	24.05.2017	–	–	0,0	5	–	–
	25.05.2017	–	–	0,0	14	0,0*	2*
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>		0,0	–	3,1	–	0,0	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	16.08.2017	0,0	17	–	–	–	–
	16.08.2019	0,0	6	0,0*	1*	–	–
	12.09.2019	0,0	9	0,0	3	–	–
	13.09.2017	20,0	5	–	–	–	–
	17.09.2020	0,0	19	–	–	–	–
	05.10.2020	0,0	23	0,0	5	–	–
	11.10.2017	20,7	29	0,0*	2*	–	–
	18.10.2019	0,0	17	–	–	–	–
	28.10.2019	0,0	39	–	–	0,0	28
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		4,1	–	0,0	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	24.03.2019	–	–	0,0	12	0,0	10
	27.04.2020	–	–	25,0	4	–	–
	18.05.2017	–	–	11,1	9	0,0	11
	12.06.2019	–	–	0,0	7	0,0	4
	14.06.2017	–	–	16,7	6	–	–
	27.06.2019	–	–	0,0	28	–	–
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>		–	–	8,8	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	11.07.2019	–	–	0,0	24	–	–
	10.08.2020	0,0	5	–	–	–	–
	16.08.2017	0,0	5	0,0*	1*	–	–
	16.08.2019	0,0*	2*	0,0*	1*	–	–
	12.09.2019	0,0	11	0,0*	1*	–	–
	13.09.2017	0,0	7	–	–	0,0	11
	17.09.2020	0,0	4	0,0	4	–	–
	05.10.2020	0,0	10	0,0*	1*	–	–
	18.10.2019	–	–	0,0*	2*	–	–
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>		0,0	–	0,0	–	0,0	–
Все районы All sites	Среднее, 1-й период Mean for the 1 st period	0,0	–	4,8	–	0,0	–
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 nd period	1,0	–	0,0	–	0,0	–

* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 5. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди тихоокеанских лососей в среднем по бассейну р. Большой (по периодам) в 2007, 2017–2020 гг., %
Table 5. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile Pacific salmon averaged in the Bolshaya River basin (by periods) in 2007 and 2017–2020, %

Вид / Species	Сеголетки / Underyearlings	Годовики / Yearlings	Двухгодовики / The 2-year-olds
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1st period</i>			
Чавыча / Chinook salmon	–	28,1	–
Нерка / Sockeye salmon	–	12,6	–
Кижуч / Coho salmon	–	11,7	0,0
Сима / Cherry salmon	0,0	4,8	0,0
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2nd period</i>			
Чавыча / Chinook salmon	17,4	–	–
Нерка / Sockeye salmon	12,1	0,0	–
Кижуч / Coho salmon	7,1	0,8	0,0
Сима / Cherry salmon	1,0	0,0	0,0

Интересно, что у годовиков всех видов лососей с дополнительными ЗСС на чешуе имеющиеся зоны встречаются преимущественно в первой годовой зоне, т. е. их образование происходило в тот период, когда особи были сеголетками. Во всем собранном авторами материале встретился всего один случай образования дополнительной ЗСС во второй год роста — у годовика кижуча (см. рис. 6).

Следует отметить, что довольно часто число склеритов во второй зоне роста у сеголетков всех видов лососей зависит от числа склеритов в первой. В качестве примера приводим две выборки, где рыбы с дополнительными ЗСС были достаточно многочисленны (рис. 8 и 9).

В случае невысокой встречаемости дополнительных ЗСС, на объединенных за разные даты вылова материалах также часто наблюдается взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи сеголетков. В качестве примера можно привести сеголетков кижуча, отловленных в период 16.08–18.10.2019 в реках Большая, Быстрая и Плотникова (рис. 10). Отметим, что такие примеры являются многочисленными.

В представленных взаимосвязях обращает на себя внимание, что количество точек для сравнения гораздо меньше, чем указано в подписях к каждой иллюстрации. Это связано с тем, что часть рыб имеет одинаковые показатели структуры чешуи, и на графиках произошло наложение значений с одними и теми же параметрами.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что общее число склеритов у сеголетков тихоокеанских лососей с дополнительной ЗСС на чешуе находилось в следующих диапазонах: у чавычи — 7–12 (среднее 8,9), нерки — 6–10 (среднее 7,2), кижуча — 8–15 (среднее 11,1) склеритов. Число склеритов в первой зоне находилось в пределах: у чавычи — 3–11 (в среднем 7,2), нерки — 2–6 (в среднем 3,1), кижуча — 4–13 (в среднем 8,7) склеритов.

Сведения по сеголеткам симы бассейна р. Большой с дополнительной ЗСС из-за редкой встречаемости в выборках авторы не приводят. Для выполнения данного анализа необходимо дальнейшее накопление материалов по этому виду.

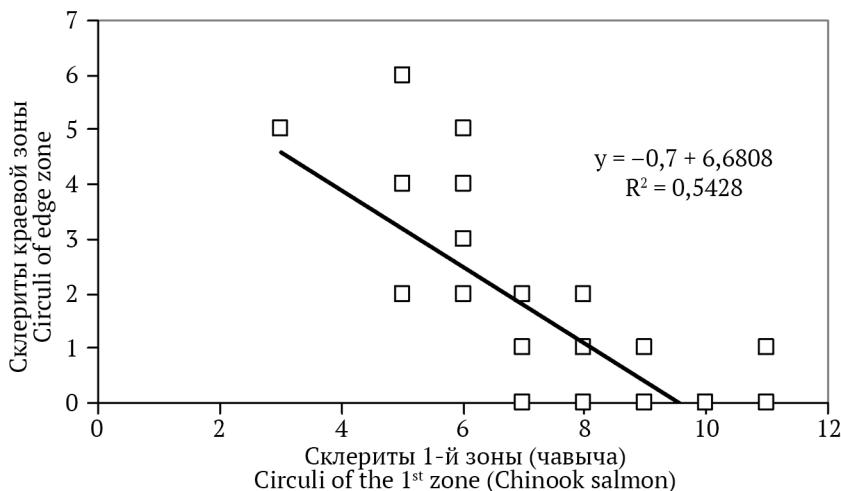


Рис. 8. Взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи у сеголетков чавычи в бассейне р. Быстрой (05.10.2020, 41 экз.)
Fig. 8. The correlation between the number of circuli in the 1st and last zones of scale growth of Chinook salmon underyearlings sampled in the Bystraya River basin (41 ind., October 5, 2020)

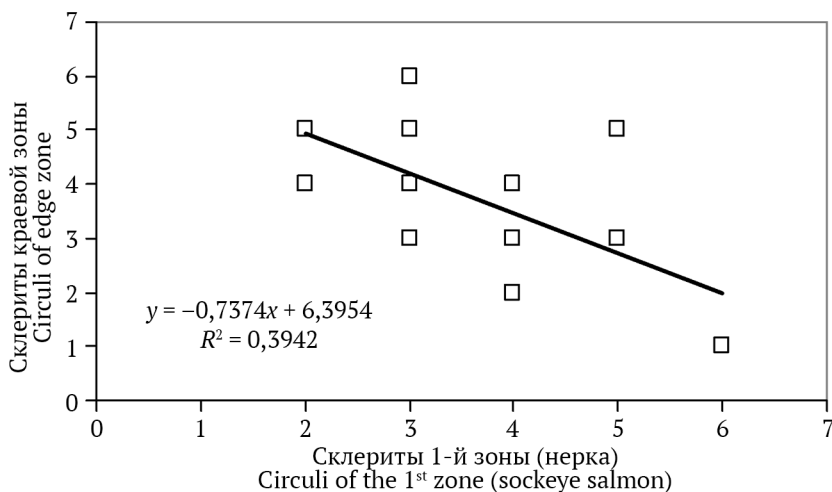


Рис. 9. Взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи у сеголетков нерки в бассейне р. Плотникова (16–17.08.2016, 50 экз.)
Fig. 9. The correlation between the number of circuli in the 1st and last zones of scale growth of sockeye salmon underyearlings samples in the Plotnikova River basin (50 ind., August 16–17, 2016)

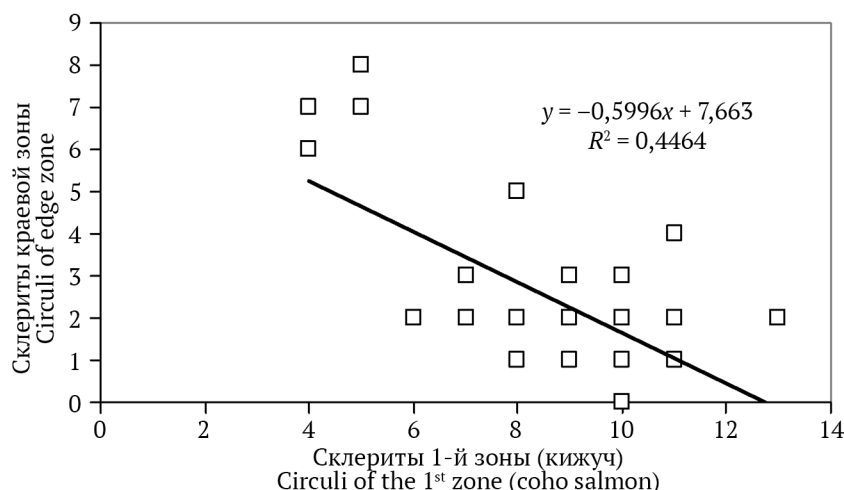


Рис. 10. Взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи у сеголетков кижуча в бассейнах рек Большая, Быстрая и Плотникова (16.08–18.10.2019, 42 экз.)
Fig. 10. The correlation between the number of circuli in the 1st and last zones of scale growth of coho salmon underyearlings sampled in the Bolshaya, Bystraya and Plotnikova River basins (42 ind., October 16–18, 2019)

Подчеркнем, что причины формирования дополнительных ЗСС на чешуе молоди тихоокеанских лососей пока не ясны. Однако не исключено, что взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах связана с переходом молоди лососей с одних объектов питания на другие и их миграциями в первое лето жизни к местам лучшей кормовой обеспеченности. В экспериментах было показано, что к появлению дополнительных ЗСС на чешуе молоди нерки (и других тихоокеанских лососей) ведет не голодание, а напротив — улучшение кормовых условий (Bilton, Robins, 1971a, б, в). Так как общее число склеритов на чешуе сеголетков тихоокеанских лососей к концу сезона роста достаточно лимитировано, то это и может приводить к появлению взаимосвязи между числом склеритов в первой и краевой зонах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ линейного роста и структуры чешуи четырех видов тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кижуча и симы), нагуливающих совместно в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки), показал, что возобновление сезонного роста и формирование годовых колец на чешуе у молоди лососей происходят с середины мая и до середины июня. Во второй половине июня и до конца июля никаких новых образований на чешуе сеголеток и годовиков молоди практически не наблюдается. В августе–сентябре–октябре у сеголеток происходит формирование дополнительных зон сближенных склеритов (дополнительных ЗСС), которые по принятой в ихтиологии классификации следует считать ложными годовыми кольцами.

Установлено, что наиболее часто дополнительные ЗСС образуются у молоди чавычи. У го-

довиков кижуча и симы данные формирования во второе лето роста (за редким исключением) не обнаружены. Кроме того, в ходе исследования определены видоспецифичные зоны нахождения ложных годовых колец на чешуе сеголетков чавычи, нерки и кижуча.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: АН СССР. Т. I. С. 3–466.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности): Моногр. М.: Колос. 364 с.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2018. Вопросы сезонного роста молоди нерки *Oncorhynchus nerka* р. Большой (Западная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады XVII–XVIII Междунар. науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 42–56.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2019. О влиянии температуры воды на сезонный рост годовиков кижуча *Oncorhynchus kisutch* в нижнем течении р. Большой в 2007–2018 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 199. С. 49–63.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2020. Рост длины тела и числа склеритов на чешуе у годовиков кижуча *Oncorhynchus kisutch* и симы *O. masou* в мае–сентябре в бассейне р. Большой (по материалам 2007–2019 гг.) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XXI Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2020 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 27–32.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2021. Сезонный рост длины тела и числа склеритов на чешуе у годовиков кижуча *Oncorhynchus kisutch* и симы *O. masou* в бассейне р. Большой (Западная

Камчатка) // *Вопр. географии Камчатки*. Вып. 16. С. 4–22.

Бугаев В.Ф., Ярош Н.В. 2014а. Рост чешуи молоди кижуча р. Большой (Западная Камчатка) // *Изв. ТИНРО*. Т. 176. С. 62–84.

Бугаев В.Ф., Ярош Н.В. 2014б. Рост чешуи молоди чавычи р. Большой (Западная Камчатка) // *Изв. ТИНРО*. Т. 177. С. 139–151.

Ваганов Е.А. 1978. Склеритограммы как метод анализа сезонного роста рыб: монография. Новосибирск: Наука. 115 с.

Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2013. О продолжительности пресноводного периода жизни у западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou* // *Изв. ТИНРО*. Т. 175. С. 110–126.

Мина М.В. 1976. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований // *Типовые методики исследований продуктивности рыб в пределах их ареалов*. Вильнюс: Мокслас. Ч. 2. С. 31–37.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных: Моногр. М.: Наука. 292 с.

Никольский Г.В. 1974. Экология рыб: Моногр. М.: Высшая школа. 367 с.

Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука. 496 с.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971a. Effects of feeding level on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // *J. Fish. Res. Board of Canada*. 28 (6). P. 861–868.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971b. Effects of starvation, feeding and light period on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // *J. Fish. Res. Board of Canada*. 28 (11). P. 1749–1755.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971в. Response of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) to prolonged periods of starvation // *J. Fish. Res. Board of Canada*. 28 (11). P. 1757–1761.

Clutter R.I., Whitesel L.E. 1956. Collection and interpretation of sockeye salmon scales: *Int. Pacif. Salmon Fish. Comm.* Vol. 9. 159 p.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. 2010. Seasonal growth patterns of wild masu salmon parr in a subarctic river // *National Taiwan special museum publication No. 14*. P. 87–93.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. 2011. Seasonal changes in stream salmonid population densities in two tributaries of boreal river in Northern Japan // *Ichthyol Res.* 58. P. 134–142.

Pacific salmon life histories. 1991. Ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver. Canada. UBC Press. P. 1268–1278.

REFERENCES

Berg L.S. *Ryby presnykh vod SSSR i sopredelnykh stran* [Fresh water fish of the USSR and neighboring countries]. M.-L.: AN SSSR, 1948, vol. 1, pp. 3–466.

Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, struktura lokal'nykh stad, dinamika chislenosti)* [Asian Sockeye Salmon (Freshwater Period, Structure of Local Stocks and Abundance Dynamics)]. Moscow: Kolos, 1995, 464 p.

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. Issues of seasonal growth of juvenile sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* in the Bolshaya (Western Kamchatka). *Mater. XVII–XVIII Intern. scientific conf. "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2018, pp. 42–56. (In Russian)

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. On the problem of water temperature influence on seasonal growth of juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* in the lower reaches of the Bolshaya River in 2007–2018. *Izvestiya TINRO*, vol. 199, pp. 49–63. (In Russian)

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. The increasing of body length and number of sclerites in year ling of coho salmon *Oncorhynchus kisutch* and cherry salmon *O. masou* in May–September in the Bolshaya River watershed (date 2007–2019). *Mater. XXI Intern. scientific conf. "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2020, pp. 27–32. (In Russian)

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. Seasonal increase of the body length and number of sclerites on the scales in yearlings of coho salmon *Oncorhynchus kisutch* and cherry salmon *O. masou* in the Bolshaya River watershed (Western Kamchatka). *Voprosy geografii Kamchatki*, 2021, issue 16, pp. 4–22. (In Russian)

Bugaev V.F., Yarosh N.V. Growth of scale for juvenile coho salmon in the Bolshaya River (West Kamchatka). *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 177, pp. 62–84. (In Russian)

Bugaev V.F., Yarosh N.V. Growth of scale for juvenile chinook salmon in the Bolshaya River (West Kamchatka). *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 177, pp. 139–151. (In Russian)

Vaganov Ye.A. *Skleritogrammy kak metod analiza sezonnogo rosta ryb* [Scleritograms as a method for analyzing the seasonal growth of fish]. Novosibirsk: Nauka, 1978, 115 p.

Zakharova O.A., Bugaev V.F. On duration of freshwater period of West Kamchatka cherry salmon *Oncorhynchus masou*. *Izvestiya TINRO*, 2013, vol. 175, pp. 110–126. (In Russian)

Mina M.V. *O metodike opredeleniya vozrasta ryb pri provedenii populyatsionnykh issledovaniy. Tipovyye metodiki issledovaniy produktivnosti ryb v predelakh ikh arealov* [On the methodology for determining the age of fish during population studies. Standard methods for studying the productivity of fish within their ranges]. Vilnyus: Mokslas, Part 2, 1976, pp. 31–37.

Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Shestakov A.V., Frolov S.V. *Lososevidnyye ryby Severo-Vostoka Rossii* [Salmonid fish of the North-East of Russia]. Vladivostok: Dalnauka, 2002, 496 p.

Bilton H.T., Robins G.L. Effects of feeding level on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Board of Canada*, 1971, 28 (6), pp. 861–868.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971b. Effects of starvation, feeding and light period on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Board of Canada*, 1971, 28 (11), pp. 1749–1755.

Bilton H.T., Robins G.L. Response of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) to prolonged periods of starvation. *J. Fish. Res. Board of Canada*, 1971, 28 (11), pp. 1757–1761.

Clutter R.I., Whitesel L.E. Collection and interpretation of sockeye salmon scales: *Int. Pacif. Salmon Fish. Comm.*, 1956, vol. 9, 159 p.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. Seasonal growth patterns of wild masou salmon parr in a subarctic river. *National Taiwan special museum publication*, 2010, no. 14, pp. 87–93.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. Seasonal changes in stream salmonid population densities in two tributaries of boreal river in Northern Japan. *Ichthyol Res.*, 2011, 58, pp. 134–142.

Pacific salmon life histories. Ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver. Canada. UBC Press, 1991, pp. 1268–1278.

Информация об авторах

Виктор Федорович Бугаев (02.03.1950–12.05.2021) — док. биол. наук, с 1973 г. работал в КамчатНИРО, в последние годы — ведущим научным сотрудником сектора тихоокеанских лососей, лаборатории лососевых рыб Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО»). Один из крупнейших специалистов по биологии нерки в пределах Северной Пацифики.

О.В. Зикунова — канд. биол. наук, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Т.Н. Травина — ст. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Information about the authors

Victor F. Bugaev (02.03.1950–12.05.2021), Doctor of Biological Sciences, has worked in KamchatNIRO since 1973, in recent years – as a leading researcher at the Laboratory of Salmon Fishes, Sector of Pacific Salmon, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO). One of the largest experts on the biology of sockeye salmon in the North Pacific.

Olga V. Zikunova – Ph. D. (Biology), Head of Lab. (KamchatNIRO)

Tatyana N. Travina – Senior specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 30.04.2021

Одобрена после рецензирования: 11.10.2022

Статья принята к публикации: 13.10.2022