

Научная статья

УДК 597.552.511–113.4(265.53)

DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-480-492

EDN: KOQRUG



БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОЦЕНКИ ВОЗРАСТА ПО ЧЕШУЕ И ОТОЛИТАМ СИМЫ *ONCORHYNCHUS MASOU* (SALMONIDAE) ИЗ ОХОТСКОГО МОРЯ

В.В. Цыгир, В.А. Шевляков*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Определен возраст симы, выловленной при траловых исследованиях на НИС «Профессор Кагановский» осенью 2024 г. в Охотском море, по чешуе и отолидам. Для этого были собраны образцы чешуи у 85 экз. симы длиной тела от 240 до 456 мм (массой от 159 до 1425 г). Для проведения сравнительного анализа оценок возраста по чешуе и отолидам у 70 экз. были собраны отолиды. Согласно полученным данным по чешуе доля симы в возрасте 1.0+ составила 76 %, доля особей в возрасте 2.0+ — 24 % (N = 76), по отолидам — доля симы в возрасте 1.0+ составила 66 %, в возрасте 2.0+ — 34 % (N = 68). Все исследованные экземпляры были в возрасте p.0+, перезимовавших в море особей симы (в возрасте p.1+) не обнаружено. Приводятся изображения чешуи и отолидов симы в возрасте 1.0+ и 2.0+ с пояснениями оценок определения возраста, а также биологические показатели выловленных рыб в соответствии с оценками их возраста и координатами поимки. Представлены данные по пространственному распределению симы в Охотском море в период осенней съемки 2024 г. на НИС «Профессор Кагановский» и «ТИНРО».

Ключевые слова: сима, траловые уловы, Охотское море, отолиды, чешуя, определение возраста

Для цитирования: Цыгир В.В., Шевляков В.А. Биологические характеристики и оценки возраста по чешуе и отолидам симы *Oncorhynchus masou* (Salmonidae) из Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 3. — С. 480–492. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-480-492. EDN: KOQRUG.

Original article

Biological characteristics and age estimation by scales and otoliths of masu salmon *Oncorhynchus masou* (Salmonidae) from the Okhotsk Sea

Victor V. Tsygir*, Valery A. Shevlyakov**

*, ** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* chief specialist, victor-innet@yandex.ru, ORCID 0009-0002-1375-586X

** Ph.D., leading researcher, valerii.shevliakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650

* Цыгир Виктор Валентинович, главный специалист, victor-innet@yandex.ru, ORCID 0009-0002-1375-586X; Шевляков Валерий Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, valerii.shevliakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650.

© Цыгир В.В., Шевляков В.А., 2025

Abstract. Age of masu salmon in catches of RV Professor Kaganovsky trawl survey in the Okhotsk Sea in autumn 2024 is estimated by scales and otoliths. The scale samples were collected from 85 specimens of masu salmon with body length from 240 to 456 mm (weight 159–1425 g) and the otoliths were taken from 70 of these specimens. The percentage of fish at age 1.0+ and 2.0+ was 76:24 for the estimations by scales ($N = 76$) and 66:34 for the estimations by otoliths ($N = 68$). All examined specimens were at age R.0+; the masu salmon overwintered at sea (age R.1+) were not observed. Images of the scales and otoliths of fish at ages 1.0+ and 2.0+ are provided with explanations. Biological data on the examined specimens are presented with the coordinates of their capture and results of the age estimation. Spatial distribution of masu salmon in the Okhotsk Sea in autumn of 2024 is discussed on the data of joint survey of RV Professor Kaganovsky and RV TINRO.

Keywords: masu salmon, trawl catch, Okhotsk Sea, otolith, fish scale, age estimation

For citation: Tsygir V.V., Shevlyakov V.A. Biological characteristics and age estimation by scales and otoliths of masu salmon *Oncorhynchus masou* (Salmonidae) from the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 3, pp. 480–492. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-480-492. EDN: KOQRUG.

Введение

В пределах естественного ареала воспроизводства сима *Oncorhynchus masou* (Salmonidae) образует морскую проходную (мигрирующую в море; sea-run form) и жилые (воспроизводящиеся в пресных водоемах) формы. Самки и часть самцов морской формы сима после 1–3 зимовок в реках мигрируют в море, где они живут, как правило, одну зиму [Machidori, Kato, 1984; Цыгир, 1988; Шунтов, Темных, 2011; Morita, 2018a]. После нагула и роста в море производители сима мигрируют в реки для нереста, который происходит осенью — в конце лета.

Морская проходная форма сима размножается в реках азиатского побережья от п-ова Корея до материкового побережья Охотского моря севернее р. Амур, в реках Камчатки, Хоккайдо, Хонсю, Сахалина и южных Курильских островов. Информация по ареалу естественного воспроизводства сима с картами-схемами ее распространения приводится в научных статьях [Morita, 2018b; Марченко и др., 2024]. В морской период жизни сима обитает в основном в Японском и Охотском морях, реже встречается в водах Тихого океана. В осенний период в Охотском море встречается молодь сима из разных регионов воспроизводства, как из рек бассейна Охотского моря, так и из более южных регионов [Machidori, Kato, 1984; Лапко, Старцев, 1996; Шунтов, Темных, 2008, 2011; Nagasawa, 2018].

Исследования регистрирующих структур и оценки возраста лососей могут быть полезны для разных целей при рыбохозяйственных исследованиях (прогнозирование запасов, идентификация стад, изучение роста в пресных и морских/океанических водах и др.). Однако они трудоемки, затратны по времени, а их экономическая целесообразность в настоящее время неочевидна и не поддается оценке. К тому же проблемой при определении возраста тихоокеанских лососей, выловленных при траловых съемках, является частое отсутствие пригодной для определения возраста чешуи, так как почти вся чешуя с тела тихоокеанских лососей опадает при подъеме трала с уловом на борт. Вероятно, по этой причине до настоящего исследования оценок возраста сима (и других видов тихоокеанских лососей), выловленной при траловых исследованиях в Охотском море, не проводилось. Поэтому исследование другой регистрирующей структуры — отолитов — должно способствовать определению возраста.

Цель настоящей работы показать результаты определений возраста сима, выловленной осенью 2024 г. в Охотском море НИС «Профессор Кагановский», по чешуе и отолитам.

Материалы и методы

В рейсе по исследованию молоди лососей в Охотском море, выполненном на НИС «Профессор Кагановский» в октябре 2024 г., была собрана чешуя у 85 экз. сима

из траловых уловов, из них у 70 рыб, помимо чешуи, — еще и отолиты, которые были помещены в отолитные книжки. Карта-схема тралений приводится на рис. 1. Скорость тралений в среднем составила 4,49 уз. (варьировала от 3,70 до 5,40 уз.).

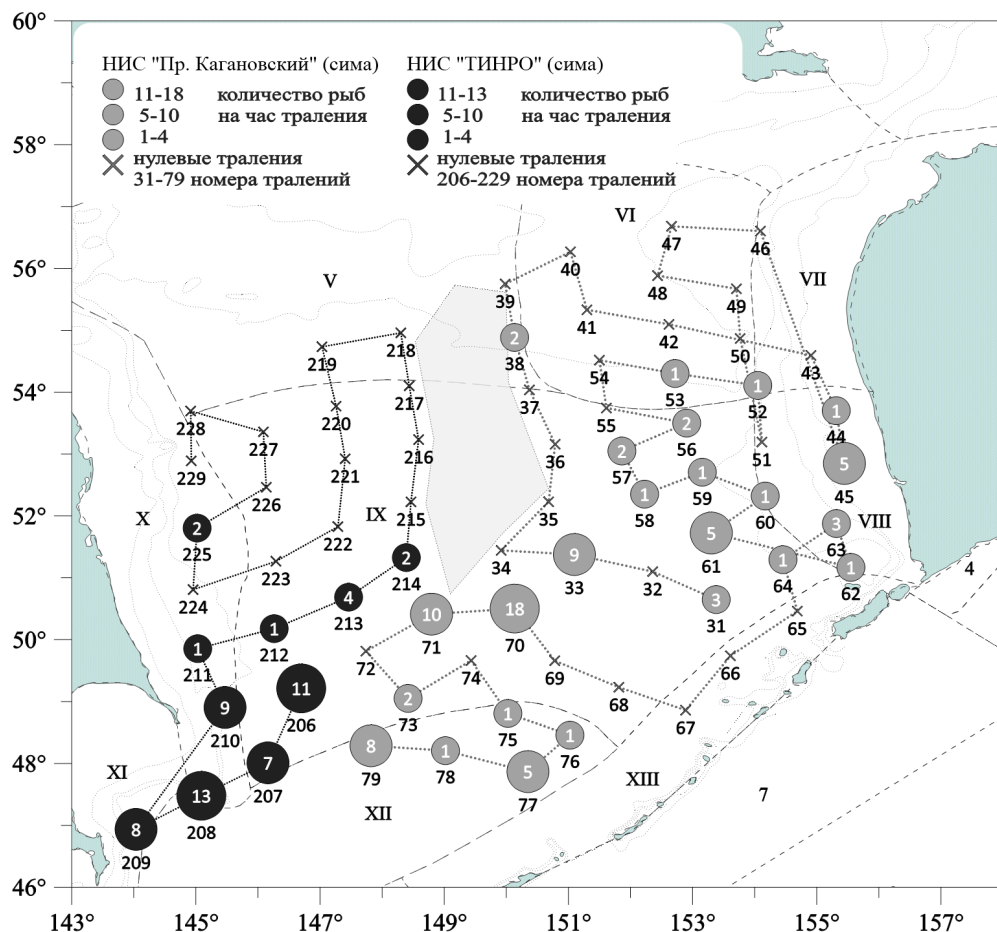


Рис. 1. Карта-схема тралений НИС «Профессор Кагановский» и «ТИНРО» в октябре-ноябре 2024 г. в Охотском море и уловы сима на час траления

Fig. 1. Scheme of joint trawl survey of RV Professor Kaganovskiy and RV TINRO in the Okhotsk Sea in October-November 2024. Catches of masu salmon are shown per hour of trawling

Образцы чешуи по возможности собирали между спинным и жировым плавниками, в так называемой зоне «А» (преимущественно выше боковой линии) [MacLellan, 1987, 2004]. Это обусловлено тем, что чешуя на теле молоди тихоокеанских лососей закладывается в данной зоне раньше других мест, поэтому имеет наибольшее количество склеритов [Clutter, Whitesel, 1956], а также, вероятно, и наибольший радиус.

Зона «А» является стандартной для сбора чешуи тихоокеанских лососей. Однако в случае их поимки в море тралом у молоди и неполовозрелых особей при подъеме трала на борт судна чешуя, как правило, «опадает» с тела рыб, за исключением участков под грудными плавниками (и некоторых других). По этой причине, за редкими исключениями, чешуя отсутствовала в стандартном месте ее сбора и ее собирали в тех местах, где она еще оставалась — под грудным плавником и в районе анального плавника. В чешуйной книжке ставилась соответствующая отметка о месте сбора чешуи («А», «В», «С»). Доля чешуи, отобранной в зоне «А», составила 8 % (7 экз.), остальная чешуя (92 %, 76 экз.) была собрана в зоне «С». Поскольку экземпляры чешуи взяты с разных участков тела рыб, подсчет количества склеритов в каких-либо зонах чешуи для статистических целей не производили.

Обычно определение возраста лососей происходит по чешуе, но иногда и по отолитам [Morita, 2018a; Anderson et al., 2023; и др.]. В отличие от спадающей с тела рыб чешуи, отолиты при подъеме трала с рыбами на борт судна остаются в головах рыб. В случае морских траловых исследований лососей отолиты могут быть более предпочтительной регистрирующей структурой для определения возраста, поскольку пригодной для определения возраста чешуи на теле рыбы может не оставаться.

На берегу в лабораторных условиях чешую извлекали из чешуйных книжек и отмывали от кожи и загрязнений. Затем изучали под бинокулярами (МБС-10 и RF4 (7-50X)) и отбирали образцы с невосстановленными центрами, по возможности наиболее крупные, «правильной» формы.

Из отобранных чешуй изготовили препараты на предметных стеклах, после чего получили изображения отобранных чешуй в проходящем свете с помощью видеокамеры (MChrome 20), установленной на микроскоп-тринокуляр (AmScope Doctor Veterinary Clinic Microscope).

Отолиты помещали в ячейки планшета (10 x 10 ячеек, диаметр ячейки — около 7 мм), добавляли воду, после чего их изучали в отраженном свете на черном фоне под бинокулярами (МБС-10 и RF4 (7-50X)). Изображения отолитов получали с помощью видеокамеры (MChrome 20), установленной на микроскоп-тринокуляр (AmScope Doctor Veterinary Clinic Microscope).

Наружный край на многих отолитах выглядит темным, подобно гиалиновым зонам. Это происходит оттого, что наружный край является тонким и потому прозрачным. Исследование чешуи всех рыб показало, что все без исключения до момента поимки активно росли. Поэтому прирост последнего года жизни (в море) является приростом года поимки, т.е. «плюсом».

Результаты и их обсуждение

Длина и масса тела. Длина тела рыб по Смитту (АС), масса тела, пол, стадия зрелости гонад, а также результаты определений возраста по отолитам и чешуе приводятся в табл. 1.

Биологические характеристики симы из Охотского моря, даты и координаты поимки
в 2024 г.

Table 1

Dates and coordinates of masu salmon catches in the Okhotsk Sea in 2024
and biological characteristics of the fish

№ п/п	АС, мм	Масса тела, г	Масса без внутрен., г	Пол	Возраст по отолитам	Возраст по чешуе	Место сбора чешуи	Номер траления	Дата поимки	Координата, с.ш.	Координата, в.д.
1	256	198	180	F		1.0+	«С»	31	13.10	50.389	153.228
2	267	240	217	M		1.0+	«С»	31	13.10	50.389	153.228
3	246	183	163	M		1.0+	«С»	31	13.10	50.389	153.228
4	358	651	598	M		1.0+	«С»	33	14.10	51.226	151.058
5	315	373	341	M		1.0+	«А»	33	14.10	51.226	151.058
6	369	580	540	M		1.0+	«А»	33	14.10	51.226	151.058
7	327	473	422	M		1.0+	«С»	33	14.10	51.226	151.058
8	377	741	684	F		1.0+	«С»	33	14.10	51.226	151.058
9	354	577	530	F		1.0+	«С»	33	14.10	51.226	151.058
10	344	569	520	F			«С»	33	14.10	51.226	151.058
11	293	334	299	F		1.0+	«С»	33	14.10	51.226	151.058
12	342	576	535	M				33	14.10	51.226	151.058
13	364	636	589	F		1.0+	«С»	38	16.10	54.530	150.080
14	422	921	858	F		1.0+	«С»	38	16.10	54.530	150.080

Продолжение табл. 1
Table 1 continued

№ п/п	АС, мм	Масса тела, г	Масса без внутрен., г	Пол	Возраст по отолитам	Возраст по чешуе	Место сбора чешуи	Номер трален- ния	Дата поймки	Коор- дината, с.ш.	Коор- дината, в.д.
15	456	1 425	1 297	F			«С»	44	18.10	53.420	155.188
16	283	302	281	M	1.0+	1.0+	«А»	45	19.10	52.509	155.267
17	308	380	343	F	2.0+	2.0+	«А»	45	19.10	52.509	155.267
18	288	335	314	M	2.0+	2.0+	«С»	45	19.10	52.509	155.267
19	314	459	425	F	2.0+	2.0+	«А»	45	19.10	52.509	155.267
20	283	302	281	F	1.0+	1.0+	«С»	45	19.10	52.509	155.267
21	311	386	350	F	1.0+	1.0+	«С»	52	26.10	54.065	154.030
22	338	475	440	M		2.0+	«С»	53	26.10	54.181	152.431
23	280	269	251	F	1.0+	1.0+	«С»	56	27.10	53.300	152.543
24	260	209	195	M	1.0+		«С»	56	27.10	53.300	152.543
25	251	174	165	M	1.0+	1.0+	«С»	57	28.10	53.029	151.517
26	284	297	277	M	2.0+	2.0+	«С»	57	28.10	53.029	151.517
27	323	477	446	F	2.0+		«А»	58	28.10	52.211	152.136
28	285	281	249	F	1.0+	1.0+	«А»	59	28.10	52.424	153.094
29	269	258	234	F	1.0+	1.0+	«С»	60	28.10	52.193	154.102
30	330	437	412	F	1.0+	1.0+	«С»	61	29.10	51.434	153.181
31	294	302	277	F	2.0+	2.0+	«С»	61	29.10	51.434	153.181
32	287	268	250	M	2.0+	2.0+	«С»	61	29.10	51.434	153.181
33	335	480	449	F	1.0+	2.0+	«С»	61	29.10	51.434	153.181
34	274	281	256	F	2.0+	1.0+	«С»	61	29.10	51.434	153.181
35	288	261	229	F	2.0+			62	31.10	51.101	155.330
36	320	485	433	F	2.0+	2.0+	«С»	63	01.11	51.526	155.190
37	270	230	208	F	2.0+		«С»	63	01.11	51.526	155.190
38	288	313	292	M	1.0+	1.0+	«С»	63	01.11	51.526	155.190
39	258	204	186	F	1.0+	1.0+	«С»	64	01.11	51.176	154.273
40	348	544	508	F	2.0+	2.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
41	305	343	316	M		2.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
42	314	398	372	M	2.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
43	292	322	299	F	2.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
44	251	187	169	M	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
45	270	251	232	F	1.0+	2.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
46	287	278	255	F	2.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
47	295	301	284	F	2.0+	2.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
48	263	237	219	F	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
49	295	311	284	M	1.0+		«С»	70	03.11	50.302	150.081
50	270	253	234	F	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
51	259	211	194	M	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
52	250	159	144	F	2.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
53	277	240	223	F	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
54	253	194	176	F	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
55	245	186	172	F	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
56	247	165	154	F	1.0+	1.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
57	325	445	417	F	2.0+	2.0+	«С»	70	03.11	50.302	150.081
58	278	258	242	F	2.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
59	270	240	222	F	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
60	310	390	367	F	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
61	273	237	217	M	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
62	290	256	234	M	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477

Окончание табл. 1
Table 1 finished

№ п/п	АС, мм	Масса тела, г	Масса без внутренн., г	Пол	Возраст по отолитам	Возраст по чешуе	Место сбора чешуи	Номер траления	Дата поимки	Координата, с.ш.	Координата, в.д.
63	266	227	210	М	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
64	275	228	215	F	2.0+	2.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
65	262	214	196	F	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
66	254	191	177	М	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
67	256	187	171	М	1.0+	1.0+	«С»	71	04.11	50.248	148.477
68	300	328	306	F	1.0+	1.0+	«С»	73	04.11	49.031	148.251
69	259	196	184	М	1.0+	1.0+	«С»	73	04.11	49.031	148.251
70	255	189	174	F	1.0+		«С»	75	05.11	48.485	150.015
71	365	556	506	F	1.0+	1.0+	«С»	76	05.11	48.274	151.015
72	385	709	646	F	1.0+	1.0+	«С»	77	06.11	47.521	150.209
73	375	624	576	F	1.0+	1.0+	«С»	77	06.11	47.521	150.209
74	365	580	540	М	1.0+	1.0+	«С»	77	06.11	47.521	150.209
75	360	538	500	М	1.0+	1.0+	«С»	77	06.11	47.521	150.209
76	385	628	568	F	1.0+	1.0+	«С»	77	06.11	47.521	150.209
77	270	237	214	М	1.0+	1.0+	«С»	78	06.11	48.124	149.012
78	368	591	550	F	1.0+	1.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
79	430	1 215	1 146	М	1.0+	1.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
80	382	733	673	F	1.0+	1.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
81	333	494	461	М	2.0+	2.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
82	287	341	310	F	1.0+	1.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
83	303	352	325	F	2.0+	2.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
84	295	298	266	F	2.0+	2.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493
85	240	172	158	М	1.0+	1.0+	«С»	79	06.11	48.172	147.493

Примечание. М — самец, F — самка.

Распределение симы по длине и массе тела (в зависимости от пола и без разделения по полу) представлено соответственно на рис. 2 и 3. Коэффициенты асимметрии для распределений длины тела самцов, самок и обоих полов составили соответственно 1,01; 1,00 и 0,99, коэффициенты эксцесса — 0,57 (для трех случаев). Коэффициенты асимметрии для распределений массы тела — соответственно 2,34; 2,15 и 2,17, коэффициенты эксцесса — 7,68; 6,92 и 6,69 (табл. 2).

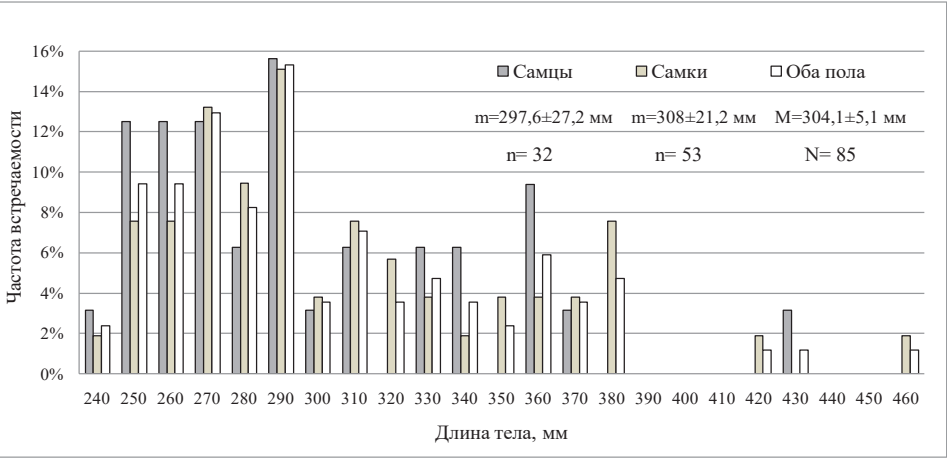


Рис. 2. Распределение симы по длине тела
Fig. 2. Fork length distribution for masu salmon

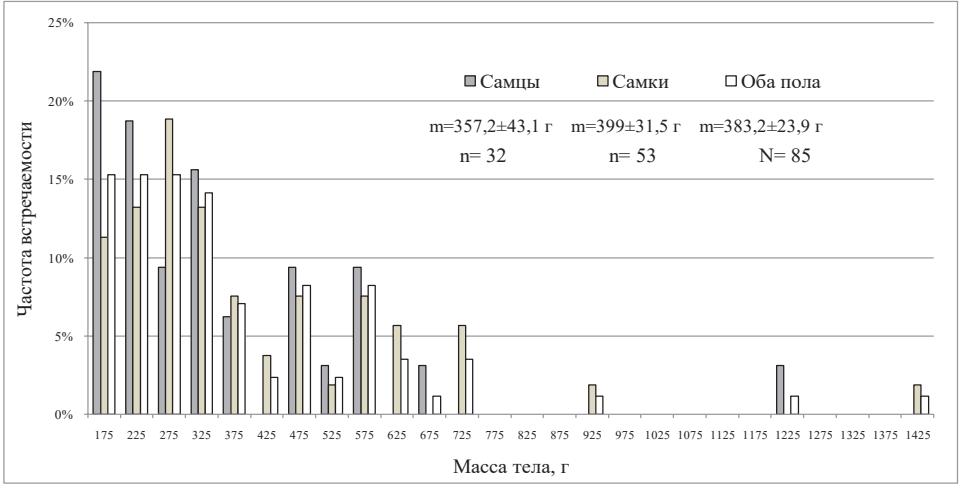


Рис. 3. Распределение симы по массе тела
Fig. 3. Body weight distribution for masu salmon

Таблица 2

Статистические показатели симы из Охотского моря

Table 2

Statistical characteristics of masu salmon from the Okhotsk Sea

Показатель	АС, мм	Масса тела, г	Масса без внутрен., г	Кол-во экз.	Доля, %	Возраст по чешуе	Возраст по отолитам
Самцы							
Кол-во самцов				32	37,6		
Среднее значение	297,6	357,2	330,5				
Ошибка среднего	27,2	43,1	39,7				
Коэф. асимметрии	1,01	2,34	2,41				
Коэф. эксцесса	0,75	7,68	8,10				
Минимум	240	172	158				
Максимум	430	1215	1146				
Кол-во самцов 1.0+						23	18
Кол-во самцов 2.0+						6	5
Доля самцов 1.0+, %						30,3	26,5
Доля самцов 2.0+, %						7,9	7,4
Кол-во самцов (n)						29	23
Самки							
Кол-во самок				53	62,4		
Среднее значение	308,0	399,0	366,9				
Ошибка среднего	21,2	31,5	31,7				
Коэф. асимметрии	1,00	2,15	2,10				
Коэф. эксцесса	0,57	6,92	6,56				
Минимум	245	159	144				
Максимум	456	1425	1297				
Кол-во самок 1.0+						35	27
Кол-во самок 2.0+						12	18
Доля самок 1.0+, %						46,1	39,7
Доля самок 2.0+, %						15,8	26,5
Кол-во самок (n)						47	45
Оба пола							
Кол-во рыб				85	100,0		
Среднее значение	304,1	383,2	353,2				
Ошибка среднего	5,1	23,9	22,1				

Показатель	АС, мм	Масса тела, г	Масса без внутрен., г	Кол-во экз.	Доля, %	Возраст по чешуе	Возраст по отолитам
Коэф. асимметрии	0,99	2,17	2,16				
Коэф. эксцесса	0,57	6,69	6,52				
Минимум	240	159	144				
Максимум	456	1 425	1 297				
Кол-во рыб 1.0+						58	45
Кол-во рыб 2.0+						18	23
Доля рыб 1.0+, %						76,3	66,2
Доля рыб 2.0+, %						23,7	33,8
Кол-во рыб						76	68

Стадия зрелости. Стадию зрелости гонад определяли визуально [по: Правдин, 1966]. Все отловленные особи симы были неполовозрелыми (гонады были на II стадии зрелости).

Соотношение полов. Доля самцов в уловах составила 38 %, самок — 62 % (N = 85).

Оценки возраста. Из 85 экз. симы пригодной для определения возраста чешуи не оказалось у 9 особей. Таким образом, оценки возраста по чешуе сделаны для 76 рыб. Отолиты были собраны у 70 рыб (у 15 в начале съемки отолиты не собирали), из которых у одной особи они были утрачены, а еще у одной — оба отолита оказались непригодными для определения возраста. Таким образом, общее количество особей, у которых возраст определяли по отолитам, составило 68 экз.

Сравнение оценок возраста по чешуе и отолитам оказалось возможным для 63 экз., у которых для определения возраста были пригодны оба параметра. Из этого количества оценки возраста по чешуе и отолитам совпали для 55 особей симы (87 %), а в 8 случаях было расхождение в оценках в один пресноводный год (13 %).

При оценках по чешуе доля симы в возрасте 1.0+* составила 76 %, доля особей в возрасте 2.0+ — 24 % (N = 76). При оценках по отолитам доля симы в возрасте 1.0+ составила 66 %, доля рыб в возрасте 2.0+ — 34 % (N = 68).

Наиболее крупные рыбы (см. табл. 1, кроме № 15, у которого чешуя в чешуйной книжке отсутствовала, а также не были взяты отолиты) имели более значительные приросты в морской зоне чешуи по сравнению с мелкими рыбами. Вероятно, они попали в море раньше мелкоразмерных особей либо в море росли существенно быстрее других. Обе причины также могли существовать одновременно — более длительный период роста в море и более быстрый рост по сравнению с мелкими рыбами. Все исследованные экземпляры были в возрасте р.0+, перезимовавших в море особей симы (в возрасте р.1+) не обнаружено.

Изображения чешуи и отолитов симы в возрасте 1.0+ и 2.0+ с пояснениями приводятся на рис. 4.

Заключение

Многие полученные изображения, очевидно, могут быть использованы как образцы при определении возраста, а отобранные отолиты пригодны для последующих, в том числе и более точных, исследований. В исследованном материале обнаружена сима только двух возрастных групп: 1.0+ и 2.0+. Преобладали рыбы в возрасте 1.0+, их доля составляла 76–66 % при оценках по чешуе и отолитам. Соответственно, доля

* Цифра до точки означает количество зим, прожитых рыбой в пресной воде (реке), цифра после точки — количество зим, прожитых в море. Знак «+» означает прирост в год поимки, без формирования годового кольца.

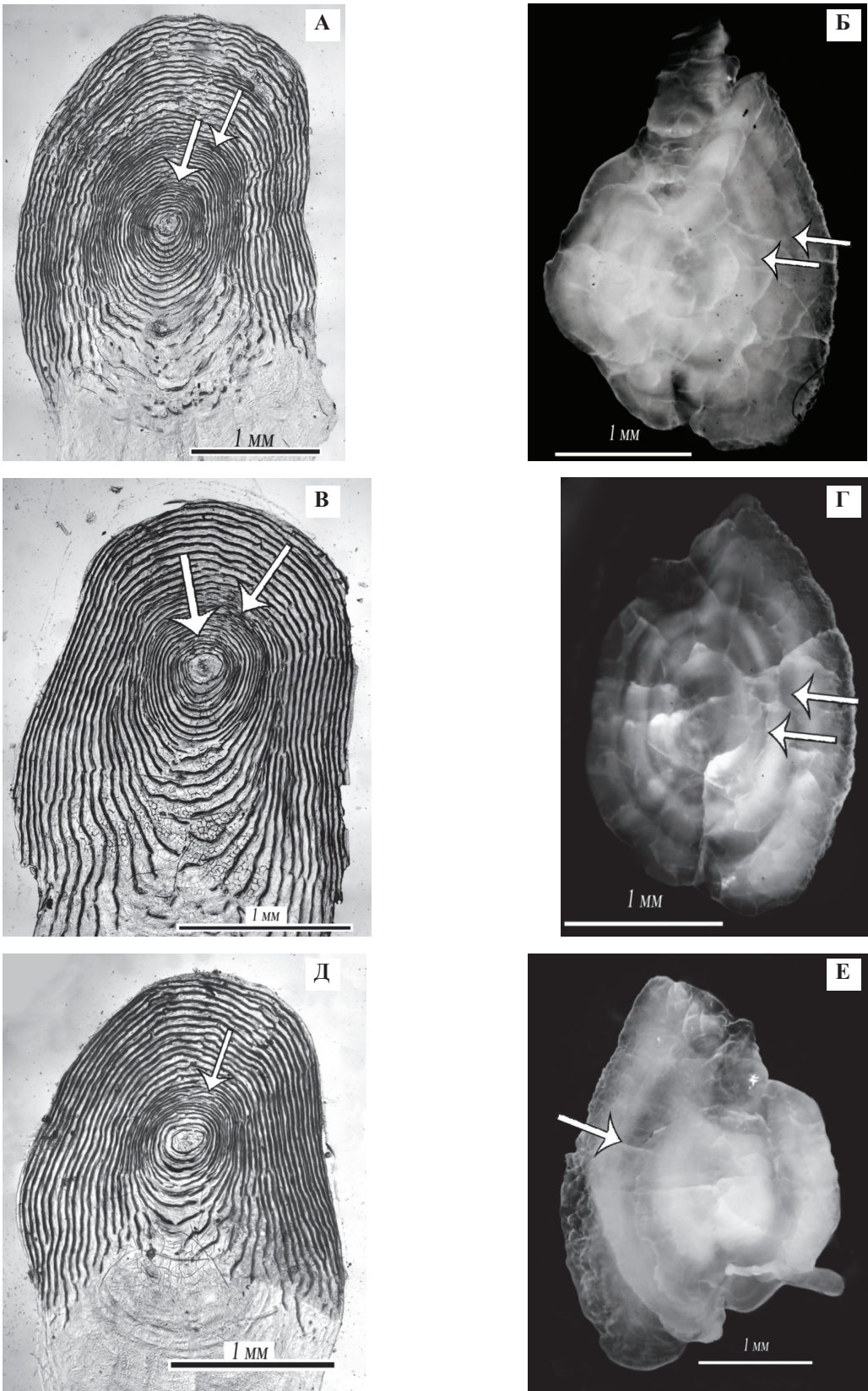


Рис. 4
Fig. 4

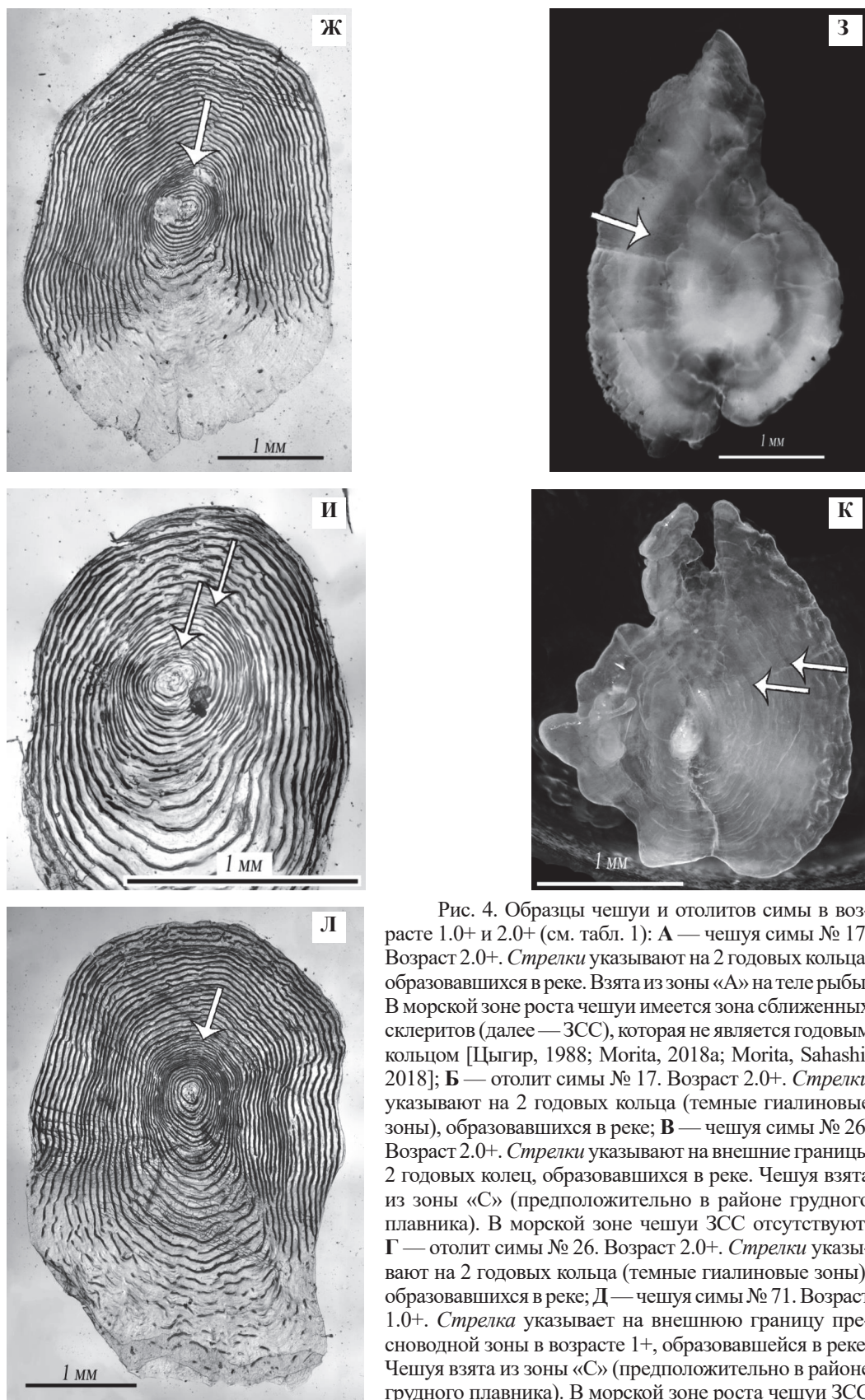


Рис. 4. Образцы чешуи и отоликов симы в возрасте 1.0+ и 2.0+ (см. табл. 1): **А** — чешуя симы № 17. Возраст 2.0+. *Стрелки* указывают на 2 годовых кольца, образовавшихся в реке. Взята из зоны «А» на теле рыбы. В морской зоне роста чешуи имеется зона сближенных склеритов (далее — ЗСС), которая не является годовым кольцом [Цыгир, 1988; Morita, 2018a; Morita, Sahashi, 2018]; **Б** — отолит симы № 17. Возраст 2.0+. *Стрелки* указывают на 2 годовых кольца (темные гиалиновые зоны), образовавшихся в реке; **В** — чешуя симы № 26. Возраст 2.0+. *Стрелки* указывают на внешние границы 2 годовых колец, образовавшихся в реке. Чешуя взята из зоны «С» (предположительно в районе грудного плавника). В морской зоне чешуи ЗСС отсутствуют; **Г** — отолит симы № 26. Возраст 2.0+. *Стрелки* указывают на 2 годовых кольца (темные гиалиновые зоны), образовавшихся в реке; **Д** — чешуя симы № 71. Возраст 1.0+. *Стрелка* указывает на внешнюю границу пресноводной зоны в возрасте 1+, образовавшейся в реке. Чешуя взята из зоны «С» (предположительно в районе грудного плавника). В морской зоне роста чешуи ЗСС

симы в возрасте 2.0+ — 24–34 %. Все исследованные экземпляры были в возрасте р.0+, перезимовавших в море особей симы (в возрасте р.1+) не обнаружено. Стоит отметить, что для оценок возраста тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом при проведении морских/океанических траловых съемок целесообразно собирать как чешую, так и отолиды. К тому же при сборе чешуи в процессе траловых исследований в чешуйных книжках целесообразно указывать конкретное место на теле рыбы, с которого была взята чешуя (например: «под грудным плавником», «над анальным плавником» и т.п.). Это может способствовать улучшению оценок возраста лососей при его определении по чешуе. Также при сборе образцов чешуи при траловых исследованиях (и других полевых работах) следует использовать чешуйные книжки из качественной бумаги, которая не разрушается при замачивании в воде.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность уважаемым рецензентам и редактору за ценные и конструктивные замечания по содержанию рукописи, которые способствовали улучшению качества публикации.

The authors are grateful to anonymous reviewers and editor for their valuable and constructive comments to the manuscript, useful for improving the article.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsorship.

отсутствуют; **Е** — отолит симы № 71. Возраст 1.0+. *Стрелка* указывает на годовое кольцо (темную гиалиновую зону), образовавшуюся в реке; **Ж** — чешуя симы № 79. Возраст 1.0+. *Стрелка* указывает на внешнюю границу пресноводной зоны в возрасте 1 года, образовавшейся в реке. Чешуя взята из зоны «С». В морской зоне чешуи ЗСС отсутствуют; **З** — отолит симы № 79. Возраст 1.0+. *Стрелка* указывает на годовое кольцо (темную гиалиновую зону), образовавшееся в реке; **И** — чешуя симы № 41. Возраст 2.0+. *Стрелки* указывают на внешние границы двух годовых колец, образовавшихся в реке. Чешуя взята из зоны «С» (предположительно в районе грудного плавника). В морской зоне чешуи ЗСС отсутствуют; **К** — отолит симы № 41. Отолит выглядит прозрачным. На нем отсутствуют отчетливые кольца. Этот и подобные ему отолиды считали не пригодными для определения возраста. Однако малозаметные кольца на нем есть (отмечены *стрелками*); **Л** — чешуя симы № 14. Возраст 1.0+. *Стрелка* указывает на внешнюю границу пресноводной зоны в возрасте 1+, образовавшейся в реке. Чешуя взята из зоны «С», предположительно выше анального плавника. В морской зоне чешуи годовые кольца отсутствуют. Отолиды у данного экземпляра не брали

Fig. 4. Samples of scales and otoliths of masu salmon at age 1.0+ and 2.0+ (numbers as in Table 1): **А** — scale of № 17 at age 2.0+ sampled from zone A of fish body. *Arrows* show two annual rings formed in river, the closely spaced circuli in the marine zone indicate a resting zone but not an annual ring [Цыгир, 1988; Morita, 2018a; Morita, Sahashi, 2018]; **Б** — otolith of № 17 at age 2.0+. *Arrows* show two annual rings (dark hyaline zones) formed in river; **В** — scale of № 26 at age 2.0+ sampled from zone C (presumably in the area of pectoral fin). *Arrows* show outside boundaries of two annual rings formed in river, closely spaced circuli in the marine zone are absent; **Г** — otolith of № 26 at age 2.0+. *Arrows* show two annual rings (dark hyaline zones) formed in river; **Д** — scale of № 71 at age 1.0+ sampled from zone C (presumably in the area of pectoral fin). *Arrow* shows outside boundary of freshwater zone formed in river, closely spaced circuli in the marine zone are absent; **Е** — otolith of № 71 at age 1.0+. *Arrow* shows annual ring (dark hyaline zone) formed in river; **Ж** — scale of № 79 at age 1.0+ sampled from zone C. *Arrow* shows outside boundary of freshwater zone formed in river, closely spaced circuli in the marine zone are absent; **З** — otolith of № 79 at age 1.0+. *Arrow* shows annual ring (dark hyaline zone) formed in river; **И** — scale of № 41 at age 2.0+ sampled from zone C (presumably in the area of pectoral fin). *Arrows* show outside boundaries of two annual rings formed in river, closely spaced circuli in the marine zone are absent; **К** — otolith of № 41, almost transparent, with hardly visible rings (marked by *arrows*) — such otoliths were considered as unsuitable for age estimation; **Л** — scales of № 14 at age 1.0+ sampled from zone C (presumably in area above the anal fin). *Arrow* shows outside boundary of freshwater zone formed in river, annual rings in the marine zone are absent. Otoliths were not sampled from this specimen

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Работа выполнена с соблюдением этических стандартов. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The study was conducted in compliance with ethical standards. The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

В.В. Цыгир предложил план исследования по сбору и обработке чешуи и отолигов симы при траловых исследованиях в Охотском море, обработал материал, подготовил изображения чешуи и отолигов, сделал оценки возраста симы, подготовил проект рукописи и выполнял его редактирование. В.А. Шевляков осуществил сбор материала в рейсе, принимал активное участие в обсуждении результатов и редактировании рукописи.

V.V. Tsygir proposed the concept of research, processed the samples, prepared the images of scales and otoliths, estimated age of masu salmon, wrote the draft of manuscript and edited it together with V.A. Shevlyakov. V.A. Shevlyakov collected the samples in the sea, discussed the results of their analysis and edited the manuscript together with V.V. Tsygir.

Список литературы

Лапко В.В., Старцев А.В. Новые данные о морском периоде жизни молоди симы *Oncorhynchus masou* в Охотском море // Биол. моря. — 1996. — Т. 22, № 3. — С. 163–166.

Марченко С.Л., Подорожнюк Е.В., Кириллова Е.А. Современное распространение симы *Oncorhynchus masou* на Дальнем Востоке // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : мат-лы 8-й Междунар. науч.-техн. конф. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2024. — С. 190–194. DOI: 10.48612/dalrybtuz/mntk-wo-2024-24.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Цыгир В.В. Возраст симы *Oncorhynchus masou* // Вопр. ихтиол. — 1988. — Т. 28, вып. 2. — С. 248–258.

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

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

Anderson A.J., Claiborne A.M., Smith W. Validation of age estimates for Chum and Sockeye salmon derived from otolith and scale analysis // Fish. Res. — 2023. — Vol. 259. — P. 106556. DOI: 10.1016/j.fishres.2022.106556.

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

Machidori S., Kato F. Spawning populations and marine life of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) : Int. North Pac. Fish. Comm. Bull. — 1984. — Vol. 43. — 138 p.

MacLellan S.E. Guide for sampling structures used in age determination of Pacific salmon. — British Columbia, Nanaimo : Pacific Biological Station, 1987. — 27 p.

MacLellan S.E. Guide for sampling structures used in age determination of Pacific salmon. — British Columbia, Nanaimo : Pacific Biological Station, 2004. — 31 p.

Morita K. General biology of masu salmon // The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout. — Bethesda, Maryland : American Fisheries Society, 2018a. — P. 703–730.

Morita K. Masu salmon group // The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout. — Bethesda, Maryland : American Fisheries Society, 2018b. — P. 697–702.

Morita K., Sahashi G. On the ocean age of masu salmon *Oncorhynchus masou* in a natural population, Shiretoko Peninsula, Japan // J. Ichthyol. — 2018. — Vol. 58, № 4. — P. 594–599.

Nagasawa T. Ocean life history of masu salmon from ocean entry to upstream migration // The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout. — Bethesda, Maryland : American Fisheries Society, 2018. — P. 731–766.

References

Lapko, V.V. and Startsev, A.V. New data on the marine life of the young masu salmon *Oncorhynchus masou* in the Sea of Okhotsk, *Russ. J. Mar. Biol.*, 1996, vol. 22, no. 3, pp. 151–154.

Marchenko, S.L., Podorozhnyuk, Ye.V., and Kirillova, Ye.A., Modern distribution of masu salmon *Oncorhynchus masou* in the Far East, in *Mater. 8 mezhdunar. nauchno-tech. conf. "Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskikh resursov Mirovogo okeana"* (Proc. 8th Int. Sci. Tech. Conf. "The Actual Problems of Development of Biological Resources of the World Ocean"), Vladivostok: Dal'rybvuz, 2024, part 1, pp. 190–194. doi 10.48612/dalrybvuz/mntk-wo-2024-24

Pravdin, I.F., *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* (Guide to the Study of Fish), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1966.

Tsygir, V.V., Age-related masu salmon *Oncorhynchus masou*, *Vopr. Ikhtiol.*, 1988, vol. 28, no. 2, pp. 248–258.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, vol. 1.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

Anderson, A.J., Claiborne, A., and Smith, W., Validation of age estimates for Chum and Sockeye salmon derived from otolith and scale analysis, *Fish. Res.*, 2023, vol. 259, pp. 106556. doi 10.1016/j.fishres.2022.106556

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

Machidori, S. and Kato, F., Spawning populations and marine life of masu salmon (*Oncorhynchus masou*), *Int. North Pac. Fish. Comm. Bull.*, 1984, vol. 43.

MacLellan, S.E., *Guide for sampling structures used in age determination of Pacific salmon*, British Columbia, Nanaimo: Pacific Biological Station, 1987.

MacLellan, S.E., *Guide for sampling structures used in age determination of Pacific salmon*, British Columbia, Nanaimo: Pacific Biological Station, 2004.

Morita, K., General biology of masu salmon, in *The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout*, Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2018, pp. 703–730.

Morita, K., Masu salmon group, in *The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout*, Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2018, pp. 697–702.

Morita, K., and Sahashi, G., On the ocean age of masu salmon *Oncorhynchus masou* in a natural population, Shiretoko Peninsula, Japan, *J. Ichthyol.*, 2018, vol. 58, no. 4, pp. 594–599.

Nagasawa, T., Ocean life history of masu salmon from ocean entry to upstream migration, in *The Ocean Ecology of Pacific Salmon and Trout*, Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2018, pp. 731–766.

Поступила в редакцию 13.08.2025 г.

После доработки 4.09.2025 г.

Принята к публикации 8.09.2025 г.

*The article was submitted 13.08.2025; approved after reviewing 4.09.2025;
accepted for publication 8.09.2025*