

Научная статья

УДК 639.371:597.552.51

DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-58-74

EDN: QPTWBF



**О СОСТОЯНИИ ПРОМЫСЛОВОГО СТАДА КЕТЫ
ONCORHYNCHUS KETA И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЕГО ЧИСЛЕННОСТИ
У ОСТРОВА ИТУРУП**

А.Н. Ельников¹, О.В. Зеленников^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

Аннотация. Проанализированы динамика численности и размерно-возрастная структура стада кеты, сформированного в заливах Простор и Курильский (о. Итуруп, Сахалинская область). Выпуск молоди кеты в акваторию заливов увеличился с 10,7 млн мальков в 1996 г. до 197,6 млн в 2020 г. В тесной связи ($r = 0,66$) с объемом выпуска молоди увеличился и улов кеты с 800 т в 1998 г. до 18968 т в 2019 г. При этом динамика вылова кеты в двух заливах из года в год практически совпадала. Если формировалось урожайное поколение, то его облавливали в обоих заливах, и напротив, если выживаемость поколения была невысокой, то низкий улов отмечали повсеместно. В период с 2014 по 2022 г. в уловах кеты выраженно преобладали производители младших возрастных групп — 2+ и 3+, среди которых доминировали рыбы в возрасте 3+. Всего из 22939 производителей кеты, исследованных в эти годы, возраст 3+ имели 14221 экз., или 62,0 %. Прогноз массы улова кеты в заливах Простор и Курильский основан на двух факторах: на значительном доминировании в каждом из поколений производителей в возрасте 3+ и на тесной связи между уловом рыб в возрасте 2+ и уловом в возрасте 3+ в следующем году ($r = 0,89$; $r_s = 0,98$). В качестве дополнительного критерия отметим тесную связь между уловом горбуши и уловом производителей кеты в возрасте 3+ от поколений молоди, выпущенных в один год ($r = 0,71$; $r_s = 0,75$).

Ключевые слова: кета, *Oncorhynchus keta*, Итуруп, характеристика производителей

Для цитирования: Ельников А.Н., Зеленников О.В. О состоянии промыслового стада кеты *Oncorhynchus keta* и прогнозировании его численности у острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 58–74. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-58-74. EDN: QPTWBF.

* Ельников Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, elnikow@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382; Зеленников Олег Владимирович, доктор биологических наук, доцент, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419.

© Ельников А.Н., Зеленников О.В., 2023

Original article

On state of commercial herd of chum salmon *Oncorhynchus keta* and forecasting its abundance at Iturup Island

Andrey N. Elnikov*, Oleg V. Zelennikov**

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okružnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** St. Petersburg State University,
7/9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg 199034, Russia

* Ph.D, senior researcher, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382

** D.Biol., assistant professor, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419

Abstract. Population dynamics and size-age structure are analyzed for the chum salmon herd formed in the Prostor and Kurilsky Bays of Iturup Island (Kuril Islands). Release of chum juveniles into the waters of the bays increased from $10.7 \cdot 10^6$ ind. in 1996 to $197.6 \cdot 10^6$ ind. in 2020. The catch of adults was closely related with the release of juveniles ($r = 0.66$) and increased from 800 t in 1996 to 18,968 t in 2019. Year-to-year dynamics of the chum salmon catch coincides in these two bays, i.e. strong year-classes provide good catch in both bays and low survival causes low catch everywhere. The spawners of age groups 2+ and 3+, mostly 3+ (62 %, on average) dominated in the catches in 2014–2022. This feature makes available the forecast of chum salmon landing in the Prostor and Kurilsky Bays because of strong dependence of annual catch of fish at the age 3+ on the catch at the age 2+ in preceding year ($r = 0.89$; $r_s = 0.98$). Besides, a significant relationship is noted between the annual catches of chum and pink salmon belonged to the same year-class, i.e. between the catches of chum salmon at the age 3+ and the catches of pink salmon in preceding year ($r = 0.71$; $r_s = 0.75$).

Keywords: chum salmon, *Oncorhynchus keta*, Iturup, spawner

For citation: Elnikov A.N., Zelennikov O.V. On state of commercial herd of chum salmon *Oncorhynchus keta* and forecasting its abundance at Iturup Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 1, pp. 58–74. (In Russ.) DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-58-74. EDN: QPTWBF.

Введение

Согласно данным статистики о. Итуруп, несмотря на сравнительно небольшие размеры, является одним из наиболее заметных центров по воспроизводству и промыслу тихоокеанских лососей [Шевляков и др., 2020]. При этом все лососевые рыбо-водные заводы (ЛРЗ) в современном виде и все рыбоперерабатывающие предприятия на острове были построены после 1991 г. Первыми были введены в эксплуатацию Рейдовый — в 1999 г. — и Курильский (основной цех) — в 2004 г. — заводы. В последующие годы на Итурупе были построены еще 15 предприятий, ориентированных главным образом на выпуск молоди кеты [Каев и др., 2021]. В результате в дополнение к стаду горбуши, основанному преимущественно на природном нересте, здесь формируется стадо кеты [Кловач и др., 2018], для освоения ресурсов которых построена и строится в настоящее время производственная инфраструктура.

Формирование на Итурупе сравнительно крупных стад горбуши и кеты определяется как численностью выпускаемой молоди, так и разнообразием условий для ее воспроизводства. Так, именно на Итурупе работают крупнейшие в России заводы по воспроизводству лососевых — Курильский и Рейдовый, а последний из них является и самым тепловодным предприятием для массового воспроизводства молоди горбуши [Зеленников и др., 2020a]. Есть предприятия, на которых используют только грунто-вые воды (ЛРЗ «Бухта Оля»), и те, где на завершающих этапах выращивания молодь содержат в морской воде (ЛРЗ «Китовый», «Консервный»). Здесь работает самый тепловодный завод (ЛРЗ «Янкито»), на котором температура воды в течение всего года не опускается ниже 10 °С, и наконец, только на Итурупе построена целая серия пред-приятий прудового типа (ЛРЗ «Минеральный», «Лебединый» и др.), где всю молодь

выращивают в одном общем пруду и для которых в том числе разработана биотехника совместного выращивания молоди кеты и горбуши [Зеленников и др., 2020б].

Современная методика прогнозирования вылова кеты основана на анализе данных возврата в предыдущие годы [Каев, Игнатьев, 2013]. Но таких данных нет для многих заводов, с которых молодь начали выпускать сравнительно недавно — в 2016 г. (ЛРЗ «Лебединый»), в 2017 г. (ЛРЗ «Минеральный»), в 2019 г. (ЛРЗ «Консервный»). Между тем это предприятия с мощностью выпуска около 20 млн мальков каждый. На остальные заводы к настоящему времени вернулись производители всего 3–6 поколений по сумме всех возрастных групп. Относительно протяженные ряды наблюдений есть только для Курильского и Рейдового ЛРЗ, однако основным объектом воспроизводства на этих заводах остается молодь горбуши, а продукция кеты в общем выпуске молоди всеми заводами невелика. Например, в 2020 г. из 197,6 млн мальков кеты, выпущенных в заливы Курильский и Простор, доля мальков, выпущенных с Курильского и Рейдового ЛРЗ, составила только 21,6 %.

Цель нашей работы — представить современные сведения о состоянии промыслового стада кеты в заливах Простор и Курильский и, с учетом дефицита данных для прогнозирования возврата производителей на каждый из рыбоводных заводов, проанализировать обобщенные данные с позиции их возможного использования для прогнозирования общей массы улова.

Материалы и методы

Производителей кеты исследовали в период их нерестового хода в бассейны заливов Простор и Курильский (о. Итуруп, Сахалинская область) в августе-ноябре с 2014 по 2022 г. Для проведения анализов рыб случайным образом отбирали из уловов ставных, кошелековых и закидных неводов, а также из партий производителей, которые самостоятельно подходили к пунктам сбора икры (забойкам) лососевых рыбоводных заводов.

За единственным исключением для формирования одной выборки брали по 100 экз. Всего за 9 лет было отобрано 230 выборок, в которых обработано 22939 производителей кеты. В ходе проведения биоанализов у каждой особи определяли стандартный ряд биологических показателей: длина (до основания и конца центральных лучей хвостового плавника), масса тела (общая и без внутренностей), пол, масса гонад, величина гонадосоматического индекса, стадия зрелости, величина абсолютной плодовитости. Возраст каждого экземпляра определяли по чешуе.

Статистические данные по выпуску молоди с рыбоводных заводов, общему вылову горбуши, а также вылову кеты, как общему, так и по заливам отдельно, взяты на предприятии ЗАО «Курильский рыбак». Отметим, что горбушу ловят в заливах Курильский и Простор и далее по охотоморскому побережью на север вплоть до р. Медвежьей, впадающей в прол. Фриза. Кету в северной части острова по охотоморскому побережью добывают только как прилов при промысле горбуши. Большую же часть кеты ловят только в заливах Простор и Курильский.

При статистическом анализе достоверность различий средних значений устанавливали при помощи t-критерия Стьюдента ($p < 0,05$). Связь между численностью молоди и массой улова кеты, между массой улова кеты и горбуши, а также между массой улова производителей кеты разных возрастных групп оценивали, используя ранговый коэффициент корреляции Спирмена и коэффициент парной корреляции Пирсона. В случае статистически значимой сильной корреляционной связи (коэффициент корреляции Пирсона больше 0,7) зависимость между переменными описывали с помощью уравнения парной линейной регрессии.

Результаты и их обсуждение

О динамике выпуска молоди и вылова производителей кеты в заливах Простор и Курильский. Как было отмечено ранее, рыбоводные заводы, ориентированные на вы-

пуск молоди кеты, вводили в эксплуатацию последовательно один за другим. Именно с этим связано постепенное увеличение объема рыболовной продукции с 10,7 млн в 1996 г. до 197,6 млн мальков в 2020 г. (рис. 1, А). До 2010 г. молодь кеты выпускали только с Рейдового и Курильского ЛРЗ. Двукратное увеличение численности молоди в этот период было связано с общей тенденцией для всех заводов Сахалинской области — постепенным замещением объема выпуска молоди горбуши выпуском молоди кеты. Увеличение объема рыболовной продукции в последующие годы было связано с вводом в эксплуатацию новых рыболовных заводов — в 2010, 2012, 2015, 2016, 2017 и 2019 гг., каждый из которых имел производственную мощность не менее 20 млн мальков. Таким образом, общий объем молоди кеты, которую выпускали в заливы Простор и Курильский, последовательно увеличивался. Разовое сокращение численности выпущенной молоди до 118,3 млн экз. в 2018 г. было связано с невыполнением планового задания по закладке.

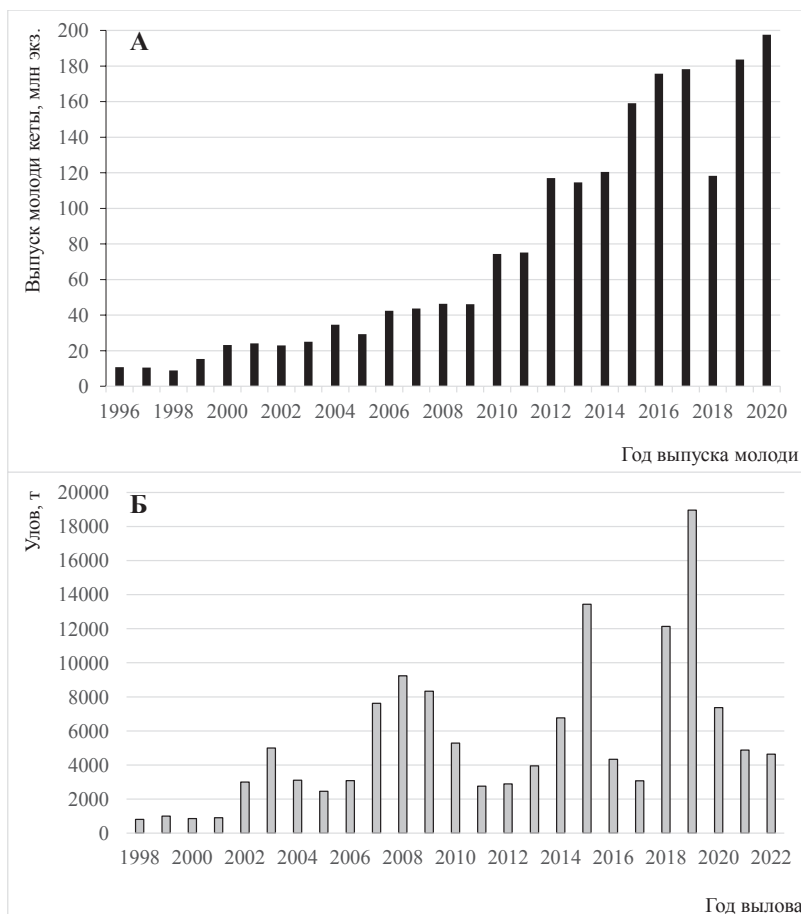


Рис. 1. Динамика выпуска молоди кеты с рыболовных заводов в заливы Простор и Курильский (А) и динамика вылова производителей кеты в этих бассейнах (Б)

Fig. 1. Dynamics of release of juvenile chum salmon from hatcheries to Prostor and Kurilsky bays (А), and dynamics of catch of chum salmon spawners (Б) in these basins

В соответствии с объемом рыболовной продукции увеличивался и вылов половозрелой кеты, с 800 т в 1998 г. до 18968 т в 2019 г. (рис. 1, Б). Если сопоставить численность выпускаемой молоди и улов половозрелой кеты через три года, то связь между этими величинами оказывается достоверной ($y = 81,775x + 1465,6$; $r = 0,67$; $r_s = 0,85$). Вместе с тем можно видеть, что высокие уловы кеты из года в год чередовались с низкими.

О возрастной структуре стада кеты. Анализируя возраст полового созревания производителей кеты, можно отметить, что основу сформированного на заводах о. Итуруп стада кеты составляют сравнительно молодые особи — в возрасте 2+ и 3+. Так, в 2014 г. доля рыб этих возрастных групп в сумме была 62,2 %, а в следующем 2015 г. еще больше — 76,0 % (табл. 1). При этом доля рыб разных возрастных групп в бассейнах двух заливов оказалась сходной.

В 2016 г. ситуация, казалось бы, качественно изменилась. В обоих заливах и в общем улове значительно преобладали особи в возрасте 4+ — 71,2 % (табл. 1). Однако этот факт всего лишь свидетельствует о том, что в 2012 г. по сумме всех факторов было сформировано урожайное поколение, и оно оказалось значительно более массовым, чем поколение выпуска 2013 г. В результате в улове 2016 г. количество рыб в возрасте 4+ от урожайного поколения оказалось значительно больше, чем рыб в возрасте 3+, но от неурожайного поколения.

Возрастная структура улова следующего 2017 г. оказалась наиболее отличающейся от структуры всех предыдущих и последующих уловов. С одной стороны, в промысел вступало следующее многочисленное поколение от выпуска 2014 г., в результате чего 39,0 % всего улова было представлено наиболее молодыми особями в возрасте 2+. С другой стороны, еще приходили на нерест производители предыдущего урожайного поколения — от выпуска 2012 г. В результате доля рыб самой старшей возрастной группы 5+ также была весьма значительной — 14,5 %, по крайней мере по сравнению с долей этих рыб во все предыдущие и все последующие годы (табл. 1).

Возрастная структура улова следующих 5 лет была сходной и привычной для стада кеты о. Итуруп с выраженным преобладанием особей младших возрастных групп, преимущественно в возрасте 3+ (табл. 1). Особенно значительное преобладание молодых особей было в улове 2018 г. — в сумме 97,1 %. Это объясняется тем, что в промысле оказались одновременно производители двух урожайных поколений — в возрасте 3+ от выпуска 2014 г. и в возрасте 2+ от выпуска 2015 г. — последнего на нынешний год урожайного поколения на о. Итуруп.

В завершение отметим факт, хорошо, впрочем, известный для размерно-возрастной структуры кеты как биологического вида. Среди производителей самой младшей возрастной группы 2+ выражено в течение всех лет преобладали самцы. В сумме за 9 лет исследований число самцов этого возраста составило 2156 экз. (или 9,4 % от общего числа исследованных производителей), тогда как число самок — 596 экз. (2,6 %). Среди особей самых старших возрастных групп 5+ и 6+, напротив, численно преобладали самки. В сумме за все годы число самцов этих возрастов составило 283 экз. (1,2 %), а самок — 423 экз. (1,8 %).

О динамике роста и массе производителей кеты. Массу производителей кеты проанализировали в масштабах каждой возрастной группы самок и самцов, как отдельно для каждого из заливов, так и для двух заливов вместе, и выявили весьма существенные межгодовые различия, внешне никак не связанные с общим объемом вылова. Так, в 2017 г. в бассейнах заливов Простор и Курильский зафиксирован самый низкий улов кеты за последние 9 лет — 3063 т (табл. 1). При этом в возрасте 2+, 3+ и 4+ масса рыб в среднем была значительной, составив для самок соответственно 2,22; 3,08 и 3,46 кг, а для самцов — 2,20; 3,40 и 3,92 кг (табл. 2). В 2022 г. улов был ненамного больше — 4630 т (см. табл. 1), но при этом масса рыб соответствующих возрастных групп в среднем была значительно меньше — для самок 1,90; 2,29 и 2,65 кг, для самцов — 1,90; 2,58 и 3,03 кг. Особенно значительной представляется разница по массе производителей самых крупных групп в возрасте 3+; масса самок и самцов в 2022 г. была примерно на 800 г меньше, чем в 2017 г., или соответственно на 25,6 и 24,1 %.

Масса кеты из разных заливов в один год различалась значительно меньше, чем в одном заливе в разные годы. Например, в 2017 г. масса самок в возрасте 3+ в среднем составила 3,08 кг, при этом масса рыб из заливов Простор и Курильский была практически

Таблица 1

Возрастная структура стада кеты в бассейнах заливов Простор и Курильский

Table 1

Age structure of the chum salmon stock in the basins of Prostor and Kurilsky bays

Год	Залив	Число рыб		Число самок		Число рыб в возрасте					Доля рыб в возрасте (%)					Масса улова, т	Масса рыб в возрасте (т)				
		Экз.	%	Экз.	%	2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+	2+	3+		4+	5+			
2014	Простор	1089	520	47,8	569	52,2	123	557	363	46	11,3	51,4	33,3	4,0	5484	620	2819	1826	219		
	Курильский	350	147	42,0	203	58,0	43	173	118	16	12,3	49,4	33,7	4,6	1291	159	638	435	59		
	Оба залива	1439	667	46,4	772	53,6	166	730	481	62	11,5	50,7	33,4	4,4	6775	779	3457	2261	278		
2015	Простор	1500	726	48,4	774	51,6	10	1065	315	110	0,7	71,0	21,0	7,3	10109	71	7177	2123	738		
	Курильский	800	342	42,8	458	57,2	9	664	110	17	1,1	83,0	13,7	2,2	3325	37	2760	455	73		
	Оба залива	2300	1068	46,4	1232	53,6	19	1729	425	127	0,8	75,2	18,5	5,5	13434	108	9937	2578	811		
2016	Простор	1000	600	60,0	400	40,0	21	250	697	32	2,1	25,0	69,7	3,2	2710	57	677	1889	87		
	Курильский	1000	530	53,0	470	47,0	7	254	726	13	0,7	25,4	72,6	1,3	1625	11	413	1180	21		
	Оба залива	2000	1130	56,5	870	43,5	28	504	1423	45	1,4	25,2	71,1	2,3	4335	68	1090	3069	108		
2017	Простор	1500	513	34,2	987	65,8	705	524	174	97	47,0	34,9	11,6	6,8	2237	1051	781	259	146		
	Курильский	1100	413	37,6	687	62,4	310	258	253	279	28,2	23,4	23,0	25,4	826	233	193	190	210		
	Оба залива	2600	926	56,6	1674	63,4	1015	782	427	376	39,0	30,1	16,4	14,5	3063	1284	974	449	356		
2018	Простор	1200	616	51,3	584	48,7	117	1045	37	1	9,7	87,1	3,1	0,1	7618	739	6635	236	8		
	Курильский	1300	554	42,6	746	57,4	191	1074	26	9	14,7	82,6	2,0	0,7	4528	665	3740	91	32		
	Оба залива	2500	1170	46,8	1330	53,2	308	2119	63	10	12,3	84,8	2,5	0,4	12146	1404	10375	327	40		
2019	Простор	1200	586	48,8	614	51,2	91	915	193	1	7,6	76,2	16,1	0,1	8379	637	6385	1349	8		
	Курильский	1300	655	50,4	645	49,6	51	1025	223	1	3,9	78,8	17,1	0,2	10589	412	8344	1811	22		
	Оба залива	2500	1241	49,6	1259	50,4	142	1940	416	2	5,7	77,6	16,6	0,1	18968	1049	14729	3160	30		
2020	Простор	1200	523	43,6	677	56,4	164	917	114	5	13,7	76,4	9,5	0,4	3589	492	2742	341	14		
	Курильский	1900	963	50,7	937	49,3	66	1269	546	19	3,5	66,8	28,7	1,0	3776	132	2522	1084	38		
	Оба залива	3100	1486	47,9	1614	52,1	230	2186	660	24	7,4	70,5	21,3	0,8	7365	624	5264	1425	52		
2021	Простор	1300	744	57,2	556	42,8	53	724	515	8	4,1	55,7	39,6	0,6	2676	110	1490	1060	16		
	Курильский	1600	908	56,7	692	43,3	101	1148	346	5	6,3	71,7	21,6	0,4	2753	173	1974	595	11		
	Оба залива	2900	1652	56,9	1248	43,1	154	1872	861	13	5,3	64,6	29,7	0,4	5429	283	3464	1655	27		
2022	Простор	1800	760	42,2	1040	57,8	320	1239	198	43	17,8	68,8	11,0	2,4	2906	517	1999	320	70		
	Курильский	1800	830	46,1	970	53,9	370	1120	262	48	20,6	62,2	14,6	2,7	1724	355	1072	252	45		
	Оба залива	3600	1590	44,2	2010	55,8	690	2359	460	91	19,2	65,5	12,8	2,5	4630	872	3071	572	115		

Таблица 2

Table 2

Масса производителей кеты в бассейнах заливов Простор и Курильский

Mass of chum salmon spawners in the basins of Prostor and Kurilsky bays

Год	Залив	Число рыб	Самки						Самцы									
			2+		3+		4+		5+ и 6+		2+		3+		4+		5+ и 6+	
			Экз.	Кг	Экз.	Кг	Экз.	Кг	Экз.	Кг	Экз.	Кг	Экз.	Кг	Экз.	Кг	Экз.	Кг
2014	Простор	1089	42	2,75	277	2,99	180	3,24	21	3,40	81	2,62	280	3,39	183	3,78	25	3,56
	Курильский	350	5	2,57	69	2,83	65	3,22	8	3,31	38	2,64	104	3,25	53	3,66	8	3,45
	Оба залива	1439	47	2,73	346	2,96	245	3,24	29	3,37	119	2,63	384	3,35	236	3,75	33	3,53
2015	Простор	1500	2	2,75	504	2,94	150	3,24	70	3,23	9	2,50	561	3,38	165	3,55	39	3,65
	Курильский	800	1	3,14	281	2,74	50	3,26	10	3,38	7	2,23	383	2,98	60	3,31	8	3,79
	Оба залива	2300	3	2,88	785	2,87	200	3,25	80	3,25	16	2,38	944	3,22	225	3,48	47	2,88
2016	Простор	1000	9	2,63	147	2,65	430	2,72	20	2,93	12	2,40	103	2,80	267	3,10	12	3,34
	Курильский	1000	2	2,00	100	2,32	422	2,53	6	3,07	5	2,63	154	2,54	304	2,66	7	2,79
	Оба залива	2000	11	2,54	247	2,52	852	2,63	26	2,76	17	2,47	257	2,64	571	2,87	19	3,26
2017	Простор	1500	154	2,23	224	3,08	82	3,46	53	3,57	551	2,28	300	3,49	92	4,04	44	4,37
	Курильский	1100	39	2,21	91	3,09	130	3,46	153	3,62	271	2,03	167	3,24	123	3,83	126	4,02
	Оба залива	2600	193	2,22	315	3,08	212	3,46	206	3,61	822	2,20	467	3,40	215	3,92	170	4,11
2018	Простор	1200	23	2,00	577	2,40	15	2,69	1	3,63	94	2,05	468	2,75	22	3,39	—	—
	Курильский	1300	34	2,00	503	2,36	13	3,08	4	3,23	157	2,01	571	2,67	13	3,07	5	3,90
	Оба залива	2500	57	2,00	1080	2,38	28	2,84	5	3,31	251	2,03	1039	2,71	35	3,27	5	3,90
2019	Простор	1200	18	2,46	466	2,91	101	3,45	1	2,68	73	2,36	449	3,31	92	3,99	—	—
	Курильский	1300	17	2,26	496	2,86	141	3,25	1	3,96	34	2,46	529	3,22	82	3,76	—	—
	Оба залива	2500	35	2,37	962	2,89	242	3,33	2	3,32	107	2,39	978	3,26	174	3,88	—	—
2020	Простор	1200	47	1,79	412	2,30	61	3,16	3	3,77	117	1,83	505	2,77	53	3,72	2	4,47
	Курильский	1900	28	2,01	618	2,46	308	3,05	9	3,41	38	1,93	651	2,72	238	3,66	10	4,02
	Оба залива	3100	75	1,87	1030	2,40	369	3,07	12	3,50	155	1,86	1156	2,74	291	3,67	12	4,10
2021	Простор	1600	19	2,14	676	2,58	210	3,08	3	3,97	82	2,02	472	2,89	136	3,52	2	3,87
	Курильский	1300	12	2,24	407	2,56	319	3,04	6	3,26	41	1,99	317	2,74	196	3,42	2	2,54
	Оба залива	2900	31	2,18	1083	2,57	529	3,06	9	3,49	123	2,01	789	2,83	332	3,46	4	3,21
2022	Простор	1800	51	1,89	569	2,32	110	2,74	30	2,96	269	1,96	670	2,62	88	3,13	13	3,48
	Курильский	1800	93	1,90	563	2,25	144	2,59	30	2,92	277	1,84	557	2,54	118	2,96	18	2,92
	Оба залива	3600	144	1,90	1132	2,29	254	2,65	60	2,94	546	1,90	1227	2,58	206	3,03	31	3,15

одинаковой — 3,08 и 3,09 кг; в 2018 г. масса самок этого возраста была соответственно 2,38 кг, 2,40 и 2,36 кг (табл. 2). Такую закономерность можно проследить для самок и самцов каждой размерной группы при достаточном для сравнения количестве особей.

О возврате производителей в возрасте 2+. При проведении работы в течение каждого года стремились максимально равномерно обследовать промысловое стадо, во-первых, примерно в равной мере распределяя анализы по бассейнам двух заливов, во-вторых, обследуя уловы из разных неводов и со всех забоечных пунктов рыбоводных заводов. Однако уже по итогам исследований 2015 и 2016 гг. стало очевидно, что фактически каждая выборка адекватно отражала возрастную структуру стада конкретного года. Если в эти годы доля рыб в возрасте 2+ была в среднем соответственно 0,8 и 1,0 %, то это было характерно для всех выборок этих лет (рис. 2, А, Б). В 2017 г. зафиксировали вступление в промысел урожайного поколения, о чем свидетельствовало многократное увеличение доли рыб в возрасте 2+ в большинстве обследованных партий (рис. 2, В).

В последующие годы можно было видеть сходные закономерности. Во-первых, доля рыб в возрасте 2+ в среднем была практически одинаковой в двух заливах. Во-вторых, практически не встречались выборки, в которых бы доля производителей трехлетнего возраста значительно отличалась от среднего значения для конкретного года. Есть лишь два исключения из этого правила, которые следует обсудить отдельно. Так, в 2020 г. в зал. Простор доля рыб в возрасте 2+ — в среднем 13,7 % — была почти в 4 раза больше, чем в зал. Курильском, — 3,5 % (см. табл. 1). При этом доля рыб этой группы во всех выборках из первого залива была больше, чем во всех выборках из второго залива (рис. 2, Ж). Можно было предположить, что в зал. Простор сложились более благоприятные условия для выживания молоди кеты в прибрежье, чем в зал. Курильском. Однако ожидавшегося увеличения вылова кеты в зал. Простор на следующий год не произошло. Второй случай — это наличие подавляющего численного преобладания (до 80 %) рыб трехлетнего возраста в двух выборках, отобранных на ЛРЗ «Янкито» в 2021 г. (рис. 2, 3). Этот факт объясняется тем, что на завод впервые ожидаемо пришли первые производители после кардинального изменения биотехники воспроизводства [Зеленников и др., 2021].

В завершение рассмотрим такой показатель, как масса улова рыб в возрасте 2+ от числа выпущенных мальков. В период с 2012 по 2020 г. со всех заводов в заливы Простор и Курильский было выпущено соответственно 117, 114, 120, 159, 175, 178, 118, 191 и 197 млн мальков кеты. Возврат рыб в возрасте 2+ (табл. 1) от выпущенной ранее молоди ожидаемо различался в разные годы, являясь отражением выживания рыбоводной продукции конкретных поколений. Меньше всего рыб в возрасте 2+ вернулось в 2016 г., от выпуска 2014 г., а больше всего — в 2017 г., соответственно 0,56 и 8,07 т на 1 млн выпущенных мальков. Статистической связи между численностью выпущенной молоди и массой улова кеты в возрасте 2+ не выявлено. Отметим лишь, что в среднем масса улова производителей кеты в возрасте 2+ составила 4,60 т на 1 млн выпущенных мальков.

О связи между выловом кеты и горбуши одного поколения. Одним из критериев, косвенно указывающих на возможный улов кеты, является улов горбуши поколения этого же года. Поскольку молодь обоих видов оказывается в прибрежье в сходных условиях, то численность горбуши, созревающей в возрасте 1+, может заблаговременно указать на выживаемость поколения кеты. Представляется возможным, что если связь между выживанием поколения горбуши и кеты в прибрежье о. Итуруп существует, то выявить ее можно по величине улова горбуши в возрасте 1+ и улова кеты доминирующей возрастной группы 3+.

Поскольку численность молоди обоих видов из года в год оказывалась разной, то для оценки выживаемости поколений одного года предлагается следующий алгоритм. По данным численности молоди кеты, выпущенной в заливы Простор и Курильский (табл. 3), видно, что меньше всего мальков — 75,1 млн экз. — было выпущено в 2011 г. Принимаем это значение за единицу. В 2012 г. было выпущено молоди в 1,56 раза больше,

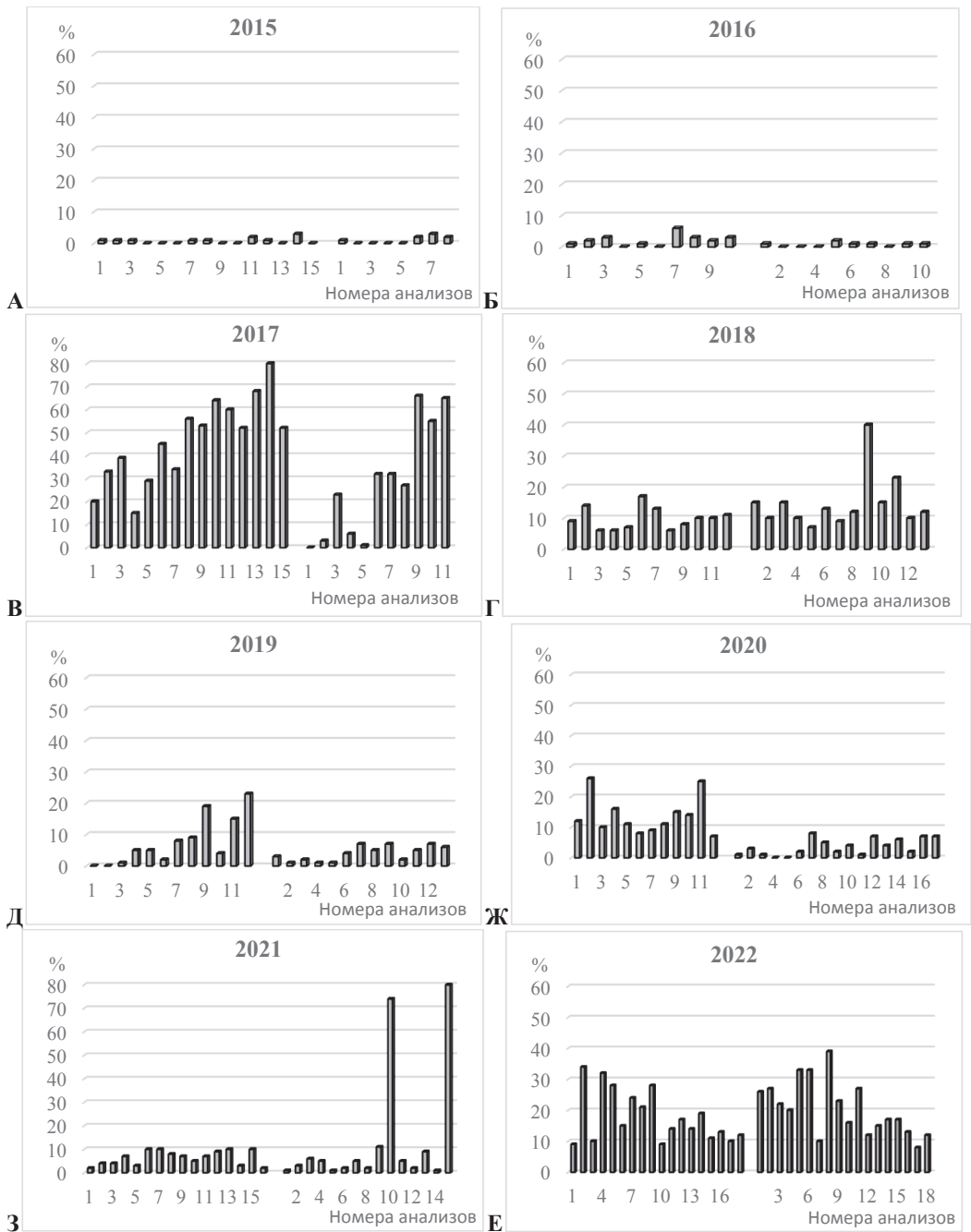


Рис. 2. Доля производителей кеты в возрасте 2+ в анализах из бассейнов залива Простор (первая группа номеров) и Курильский (вторая группа номеров) в 2015–2022 гг.

Fig. 2. Share of spawners of chum salmon aged 2+ in the analyzes of the bay from the basins of Prostor (the first group of numbers) and Kurilsky (the second group of numbers) in 2015–2022. On the x-axis, the numbers of analyzes performed during the season; along the Y axis, the proportion of fish (%)

чем в 2011 г. Аналогичным образом находим значение для каждого из последующих годов. В итоге получаем коэффициент, который позволит нивелировать разную размерность величин. Предполагается, что при равных условиях от большего числа мальков будет более многочисленный возврат производителей. В табл. 3 представлены данные по вылову производителей кеты в возрасте 3+. Разделив массу улова каждого года на

Таблица 3

Некоторые данные по выпуску молоди и вылову кеты и горбуши в заливах Простор и Курильский о. Итуруп

Table 3

Some data on the release of juveniles and the catch of chum salmon and pink salmon in Prostor and Kurilsky bays of Iturup Island

Кета						Горбуша					
Выпуск		Вылов				Выпуск		Вылов			
Год	Млн шт.	Год	Улов в возрасте 3+, т	К*	Улов 3+/К, т	Год	Млн шт.	Год	Улов общий, т	К*	Улов общий/К, т
2011	75,1	2014	3457	1	3457	2011	124,2	2012	21314	2,09	10219
2012	117,1	2015	9937	1,56	6378	2012	86,0	2013	14698	1,44	10177
2013	114,6	2016	1090	1,53	714	2013	122,7	2014	3329	2,06	1616
2014	120,5	2017	974	1,60	607	2014	120,6	2015	879	2,03	434
2015	159,0	2018	10375	2,12	4902	2015	77,8	2016	11910	1,31	9122
2016	175,7	2019	14729	2,34	6299	2016	59,6	2017	12721	1	12721
2017	178,2	2020	5264	2,37	2219	2017	122,9	2018	26679	2,06	12932
2018	118,3	2021	3464	1,57	2200	2018	133,7	2019	17956	2,24	8001
2019	191,7	2022	3033	2,55	1188	2019	111,7	2020	12669	1,88	6755
2020	197,6	2023	—	—	—	2020	137,0	2021	8033	2,30	3493
2021	205,8	2024	—	—	—	2021	79,7	2022	18853	1,34	14085

* Коэффициент увеличения выпуска молоди относительно минимального значения в 2011 г. (кета) и в 2016 г. (горбуша).

рассчитанный коэффициент, определяем массу улова при выпуске одинакового количества мальков. Например, значение 9937 т (улов 2015 г.) делим на 1,56 и получаем, что в этом году от выпуска 75,1 млн мальков было поймано 6378 т кеты в возрасте 3+.

Таким же образом нормализуем данные для горбуши. Минимальное количество выпущенных мальков для 2016 г. — 59,6 млн экз. — принимаем за единицу. Общий вылов для каждого из годов делим на рассчитанный коэффициент и получаем улов горбуши в расчете на выпуск одинакового количества мальков.

В конечном итоге рассчитанные величины улова кеты и горбуши, соотнесенные с одинаковым числом выпущенных мальков, оказываются достоверно связанными друг с другом (рис. 3). Таким образом, связь между выживанием горбуши и кеты одного поколения, в принципе хорошо известная и для других регионов [Sinyakov, Ostroumov, 1998], может быть принята во внимание и при прогнозировании улова кеты в акваториях заливов Простор и Курильский.

О расчете улова кеты в 2023 г. Рассчитаем возможный улов кеты в заливах Простор и Курильский в 2023 г. В 2021 г. в оба залива с рыбоводных заводов было выпущено 205,8 млн мальков кеты. Исходя из среднего показателя 4,60 т на 1 млн мальков, можно полагать, что возврат производителей кеты в возрасте 2+ составит около 947 т. Казалось бы, не совсем оправданно использовать среднее значение при расчёте величины улова, притом что крайние значения различаются в 14 раз. Вместе с тем есть по крайней мере два обстоятельства, которые позволяют ожидать, что улов производителей трехлетнего возраста достигнет рассчитанной величины.

Во-первых, помимо 4 основных заводов: Курильского, Рейдового, Китового и Бухта Оля — молодь кеты выпустили еще с 5 заводов так называемого прудового типа. Такие заводы были построены только на Итурупе, и на каждом из них при выпуске молоди в первые годы эксплуатации выявили более или менее существенные недочеты [Зеленников и др., 2021]. Однако в 2021 г. со всех этих предприятий был выполнен уже третий-пятый выпуск, и недочеты, выявившиеся при выращивании молоди пер-

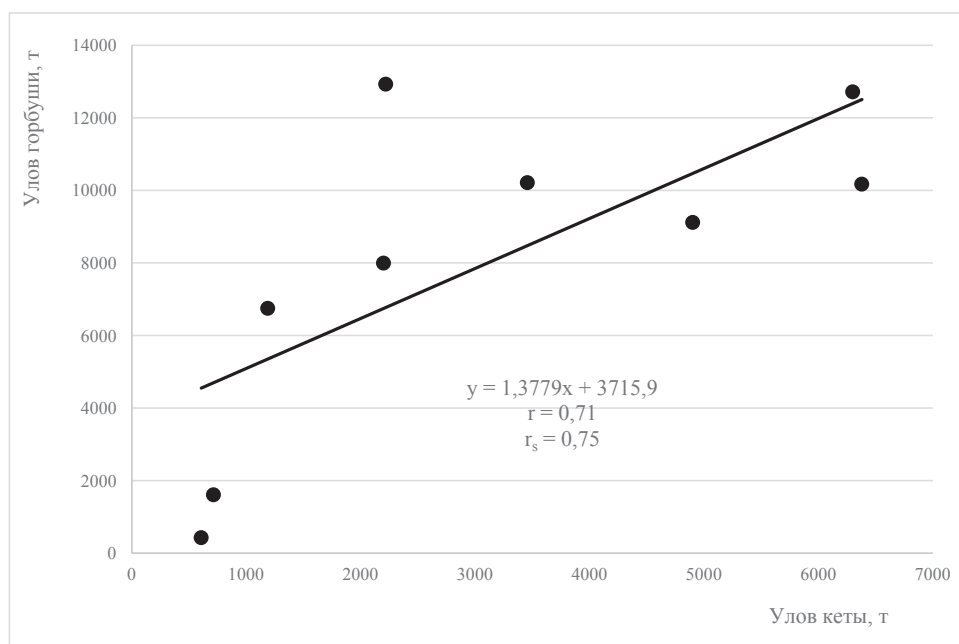


Рис. 3. Связь между выловом горбуши и выловом кеты в возрасте 3+ одного поколения с поправкой на численность выпущенной молоди. Пояснение в тексте

Fig. 3. Relationship between the annual catches of pink and chum salmon belonged to same year-classes (the catch of pink salmon and the catch of chum salmon at the age of 3+ in the next year), adjusted for the number of released juveniles. See explanation in the text

вых генераций, уже были устранены. Во-вторых, следует отметить, что общий вылов горбуши в акватории двух заливов в 2022 г. составил 18853 т (табл. 3), т.е. был в 1,6 раза больше среднего показателя вылова за последние 9 лет. Можно полагать, что выживание молоди горбуши в прибрежье в 2021 г. было выше среднего, что с учетом выявленной связи между выживанием рыб двух видов могло положительно сказаться и на выживаемости молоди кеты.

Масса производителей в возрасте 3+ представляется, на наш взгляд, наиболее надежно прогнозируемой величиной. Связь между массой улова в возрасте 2+ и 3+, даже несмотря на небольшой ряд наблюдений, оказывается положительной и очень тесной ($r = 0,89$; $r_s = 0,98$; рис. 4), а сама масса улова рыб четырехлетнего возраста в среднем оказывается в 9,63 раза больше, чем масса рыб трехлетнего возраста. Исходя из того что вылов рыб в возрасте 2+ в 2022 г. составил 872 т, можно полагать, что улов рыб в возрасте 3+ в 2023 г. ожидается на уровне 8397 т.

Массу рыб в возрасте 4+ прогнозировать сложнее, в первую очередь потому, что рыб старших возрастных групп в этом стаде сравнительно немного и, следовательно, на их численность более масштабно могут повлиять случайные факторы. Впрочем, связь между массой рыб в возрасте 3+ и 4+ все равно является положительной и достоверной ($r_s = 0,79$), а масса первых в улове в среднем оказывается в 4,49 раза больше, чем масса вторых в улове следующего года. С учетом того, что в 2022 г. поймали 3071 т кеты в возрасте 3+, можно полагать, что улов кеты в возрасте 4+ в 2023 г. составит 684 т.

Между массой улова в возрасте 4+ и 5+ также есть положительная связь, которая, вместе с тем, оказывается недостоверной. Можно полагать, что этому способствует как малое число наблюдений, так и большой разброс имеющихся значений. Впрочем, доля рыб в возрасте 5+ в улове кеты у о. Итуруп является настолько незначительной, что ею можно пренебречь. Отметим лишь, что масса рыб в возрасте 4+ в среднем оказывается в 26,5 раза больше, чем масса рыб в возрасте 5+ на следующий год. Учитывая, что в

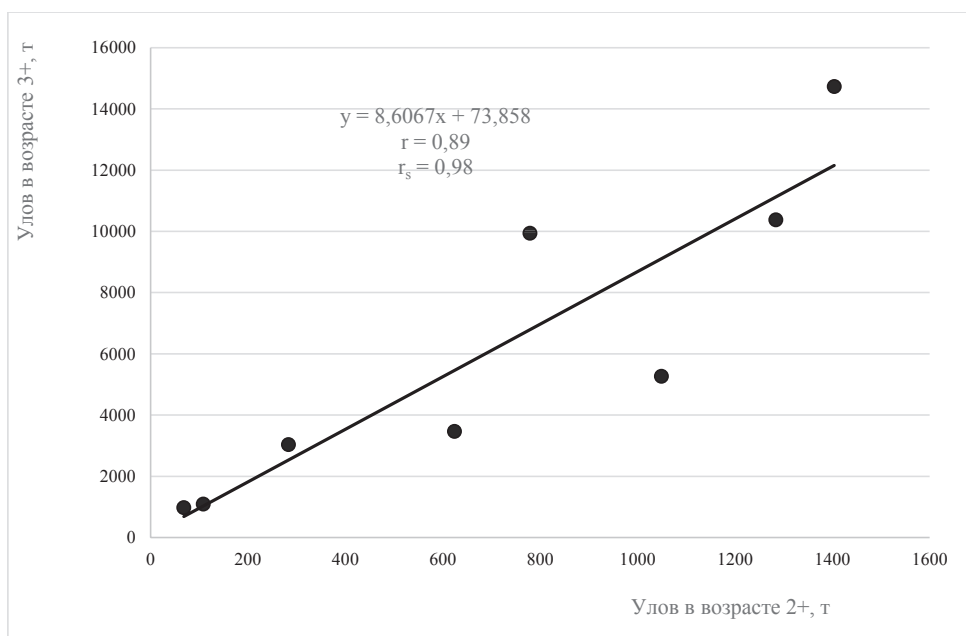


Рис. 4. Связь между массой вылова кеты в возрасте 2+ и массой вылова кеты в возрасте 3+ в бассейнах заливов Простор и Курильский о. Итуруп

Fig. 4. Relationship between the annual catches of chum salmon at age 2+ and 3+ in the Prostor and Kurilsky Bays of Iturup Island

2022 г. поймали 572 т кеты в возрасте 4+, мы можем ожидать улов кеты в возрасте 5+ в 2023 г. в незначительном объеме — 22 т.

При суммировании всех расчетов можно полагать, что общий вылов кеты в 2023 г. составит не менее 10050 т. Вместе с тем по результатам работы в 2022 г. выявили обстоятельство, с которым в течение предыдущих 7 лет не сталкивались, а именно то, что доля рыб в возрасте 2+ от начала к концу нерестового хода не увеличивалась, как это было в предыдущие годы (см. рис. 2, В–Д), а уменьшалась (рис. 2, Е). Поскольку это новое явление, то судить о том, как это обстоятельство скажется на массе улова следующего года, мы пока не можем.

Обсуждение фактических данных. Перед тем как обсудить полученные результаты, отметим, что для стада кеты, сформированного в настоящее время в заливах Простор и Курильский на о. Итуруп, характерны все структурные особенности, известные для кеты как биологического вида. По итогам каждого года исследований самцы были крупнее самок; при сравнении рыб одного пола в среднем крупнее были особи старшего возраста. При значительной численности молодых или, наоборот, возрастных рыб можно было видеть хорошо известную закономерность, согласно которой в течение нерестового хода доля рыб старших возрастных групп 4+ и 5+ постепенно уменьшается, тогда как доля рыб в возрасте 2+, напротив, возрастает.

Поскольку Итуруп является заметным центром воспроизводства лососей, то кета и горбуша сформированных здесь стад привлекали к себе значительное внимание исследователей. В результате к настоящему времени в литературе накоплено много сведений, касающихся как молоди [Чупахин, Каев, 1980; Каев, Чупахин, 2002; Чебанова и др., 2018; и др.], так и взрослых особей кеты [Иванков, 1968; Каев, 2003; и др.]. В частности, известно, что обеспеченность пищей молоди в заливах Простор и Курильский может различаться в несколько раз [Кун, 1986]. Более того, сама кета в двух заливах различается по генетическим маркерам и на основании этого была разделена на две разные экогеографические единицы [Животовский и др., 2022]. Зная эти данные, мы анализировали динамику улова кеты в каждом из заливов отдельно и не

выявили между ними каких-либо различий. Очевидно, что если кету в значительном количестве ловили в зал. Простор, то значительным был улов и в зал. Курильском, и напротив, низкий вылов, характеризующий низкую выживаемость продукции молоди, был характерен для обоих заливов. Об объеме будущего вылова с заблаговременностью в один год весьма надежно свидетельствовали данные улова рыб в возрасте 2+.

При постоянном увеличении численности выпускаемой молоди, конечно, возникал вопрос о возрастании пищевой конкуренции и пределе приемной емкости прибрежной акватории для молоди лососей, особенно с учетом острой дискуссии о пределе всей акватории Северной Пацифики для воспроизводства лососей [Кловач, 2002; Шунтов, Темных, 2004; Иванов, 2017; Шунтов и др., 2019; и др.]. Предприятием «Курильский рыбак» одновременно со строительством заводов были проведены специальные работы, в ходе которых установили, что пищевая конкуренция среди молоди лососей в прибрежье о. Итуруп возрастает, а в отдельные годы наблюдается и голодание [Чебанова и др., 2018]. Позднее было высказано мнение, что вследствие напряженных пищевых отношений замедляется темп роста мальков в период обитания в прибрежье [Каев и др., 2021].

Вероятно, опираясь на имеющиеся данные, можно объяснить и результаты, полученные нами. Например, В.В. Чебанова с соавторами [2018] отмечают, что в 2013 и 2014 гг. вся молодь питалась и была накормлена удовлетворительно, в 2015 г. молодь питалась слабо, к концу июля более 1/3 рыб голодали. Можно полагать, что в результате недостатка пищи мальки росли сравнительно медленно и, как следствие этого, масса самок и самцов в возрасте 3+ в 2018 г. была одной из наименьших — 2,38 и 2,71 кг.

Однако этой закономерности весьма заметно не соответствуют уловы этих лет. В 2016 и 2017 гг. от поколений молоди выпуска 2013 и 2014 гг. наблюдали незначительный возврат в возрасте 3+, соответственно 1090 и 974 т. В то время как в 2018 г. от выпуска 2015 г., когда значительная часть молоди голодала, возврат рыб в возрасте 3+ был на порядок больше — 10375 т. Нам не известны данные о питании молоди кеты следующего поколения — выпуска 2016 г., но мы знаем, что в 2016 г. выпустили на 16,6 млн мальков больше, чем в предыдущем. От выпуска этого года сформировалось урожайное поколение при значительной массе тела производителей. Так, в 2019 г. в возрасте 3+ поймали 14729 т при средней массе самок и самцов 2,89 и 3,26 кг. Таким образом, значительная пищевая конкуренция, указанная авторами для конкретных лет, возможно, и повлияла на массу половозрелых особей, но, очевидно, не предотвратила формирование урожайного поколения.

Прогнозирование улова кеты на о. Итуруп базируется на двух главных обстоятельствах. Первое из них — выраженное доминирование по численности в поколениях производителей в возрасте 3+ в каждом поколении кеты. Более того, основу улова каждого года также составляли самки и самцы этой возрастной группы. Лишь один раз за 9 лет наблюдений основу улова составляли особи в возрасте 4+, но это было связано с тем, что высокоурожайное поколение, представленное в промысловом возврате рыбами в возрасте 4+, совпало с низкоурожайным поколением, представленным рыбами в возрасте 3+.

Второе обстоятельство — уловы кеты в возрасте 2+ и 3+ (на следующий год) тесно связаны друг с другом. В предварительном виде можно полагать, что улов кеты в возрасте 3+ будет в 10 раз больше, чем улов в возрасте 2+. Именно такая закономерность прослеживалась в большинстве случаев. Однако есть два исключения из выявленной закономерности. Так, в уловах 2019 и 2020 гг. масса рыб в возрасте 2+ составляла 1049 и 624 т. Но в 2020 и 2021 гг. вместо ожидавшегося десятикратного увеличения улов рыб в возрасте 3+ составил только 5264 и 3464 т, т.е. наполовину меньше. Интересно отметить, что несоответствие прогноза факту произошло за счет не только численности рыб, но и значительного уменьшения их массы, что дает новые сведения о росте рыб в условиях морского нагула. Так, в 2019 г. масса самок и самцов в возрасте 2+

составила 2,37 и 2,39 кг, а масса рыб в возрасте 3+ в 2020 г. — 2,40 и 2,74 кг. Таким образом, за год, проведенный в море, масса рыб увеличилась крайне незначительно. Но ведь очевидно, что в возрасте от 2+ до 3+ рыбы находились в условиях морского нагула далеко от прибрежной зоны Итурупа.

Заключение

Несмотря на то что для большинства предприятий на о. Итуруп, ориентированных на выпуск молоди кеты, объективно еще нет продолжительных рядов наблюдения за возвратом рыболовной продукции, при объединении данных всех анализов в один массив оказалось возможно весьма точно прогнозировать массу будущего улова. В этом можно убедиться, взяв данные табл. 1 и произведя расчет массы улова для каждого года. В основе этого прогноза лежат два главных фактора: во-первых, значительное преобладание в каждом из поколений производителей в возрасте 3+ и, во-вторых, тесная связь между уловом кеты в возрасте 2+ и в возрасте 3+ в следующем году.

По литературным данным условия питания молоди в заливах Простор и Курильский могут существенно различаться, а кета в их акваториях представлена двумя разными экогеографическими единицами, но динамика численности рыб каждого поколения в этих заливах оказывается в промысловом плане однонаправленной. Если формировалось урожайное поколение, то это происходило в акватории обоих заливов, и наоборот, низкий улов мы также наблюдали повсеместно. Это свидетельствует о том, что общие закономерности, влияющие на урожайность поколения, формируются в обоих заливах одновременно.

Учитывая многочисленные литературные данные, нет оснований отрицать ни важную роль обеспеченности пищей для прибрежного развития молоди, ни то обстоятельство, что именно в прибрежье о. Итуруп в разные годы может наблюдаться различная обеспеченность молоди пищей, а также то, что в отдельные годы дефицит пищи приведет к голоданию части мальков. Однако факты свидетельствуют о том, что при высокой обеспеченности пищей могли быть сформированы низкоурожайные поколения, и напротив, в год, когда значительная часть молоди голодала, сформировалось высокоурожайное поколение.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность заместителю генерального директора ЗАО «Курильский рыбак» по производству и аквакультуре С.И. Борзову и начальнику отдела аквакультуры И.А. Вараксину за помощь в организации биологических анализов, а также мастерам перерабатывающих комплексов «Ясный» и «Рейдово» за помощь в их проведении.

The authors are grateful to S.I. Borzov and I.A. Varaksin, managers of «Kurilsky Rybak» Ltd. for organizing of sampling, as well as to masters of the processing complexes Yasny and Reidovo for their assistance in sampling and biological analyses.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа не имела дополнительного спонсорского финансирования.
The study had no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Для биологических анализов использовали рыбу только из промысловых уловов. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.
Fish from commercial catches only were subjected to biological analyses.
The authors state that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.Н. Ельников организовал и возглавил проведение всех работ, лично осуществил биологический анализ производителей и определил их возраст. Оба автора совместно анализировали данные. О.В. Зеленников занимался подготовкой статьи.

A.N. Elnikov organized and managed the study and personally made biological analysis of chum producers and determined their age. The results of observations were analyzed by both authors jointly. The text was written and prepared for publication by O.V. Zelennikov.

Список литературы

Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Каев А.М. и др. Эколого-географическая и генетическая дифференциация — единицы запаса кеты *Oncorhynchus keta* южных Курильских островов // Вопр. ихтиол. — 2022. — Т. 62, № 3. — С. 335–344. DOI: 10.31857/S0042875222030249.

Зеленников О.В., Плискунов И.В., Вараксин И.А. Особенности выращивания молоди кеты *Oncorhynchus keta* на тепловодном заводе прудового типа // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : мат-лы 12-й Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2021. — С. 100–104.

Зеленников О.В., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. — 2020а. — Т. 46, № 1. — С. 14–23. DOI: 10.31857/S0134347520010118.

Зеленников О.В., Вараксин И.А., Плискунов И.В., Борзов С.И. Опыт совместного выращивания молоди горбуши и кеты на рыбоводных заводах прудового типа // Тр. ВНИРО — 2020б. — Т. 182. — С. 121–127. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-121-127.

Иванков В.Н. Тихоокеанские лососи острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 65. — С. 49–74.

Иванов О.А. Морская экология тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* sp.): мифы и явь // Лососевые рыбы: биология, охрана и воспроизводство : мат-лы Междунар. конф. — Петрозаводск, 2017. — С. 65–66.

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

Каев А.М., Игнатьев Ю.И. Методические аспекты прогнозирования численности кеты заводского происхождения в Сахалинской области // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2013. — С. 78–82.

Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А. К вопросу об эффективности крупномасштабного заводского разведения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) на острове Итуруп (Курильские острова) // Биол. моря. — 2021. — Т. 47, № 6. — С. 411–420. DOI: 10.31857/S0134347521060073.

Каев А.М., Чупахин В.М. Ранний морской период жизни горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* о. Итуруп // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов Сахалино-Курильского региона и сопредельных акваторий : Тр. СахНИРО. — 2002. — Т. 4. — С. 116–132.

Кловач Н.В. Экологические последствия крупномасштабного разведения кеты *Oncorhynchus keta* : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М. : ВНИРО, 2002. — 49 с.

Кловач Н.В., Леман В.Н., Ельников А.Н., Вараксин И.А. Воспроизводство и промысел кеты на о. Итуруп (южные Курильские острова): прошлое, настоящее, будущее // Рыб. хоз-во. — 2018. — № 6. — С. 42–47.

Кун М.С. Планктон и питание молоди кеты и горбуши в охотоморском побережье острова Итуруп // Биол. моря. — 1986. — № 2. — С. 60–65.

Чебанова В.В., Френкель С.Э., Зеленихина Г.С. Связь питания молоди кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha* с обилием зоопланктона в побережье залива Простор (о. Итуруп) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 5. — С. 608–616. DOI: 10.1134/S0042875218050053.

Чупахин В.М., Каев А.М. Распределение и некоторые черты биологии молоди горбуши и кеты в побережье острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 1980. — Т. 104. — С. 116–121.

Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Шевляков В.А. и др. Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2020 г., перспективы вылова горбуши в 2021 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2020. — С. 3–16.

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

Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В. Еще раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp., сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 196. — С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22.

Sinyakov S.A., Ostroumov A.G. On the possibility of using the pink salmon survival measure (R/E) in the forecast of chum salmon returns in north-east Kamchatka // NPAFC Bull. — 1998. — № 1. — P. 327–333.

References

Zhivotovsky, L.A., Rubtsova, Kaev, A.M., G.A., Shitova, M.V., Smirnov, B.P., Tochilina, T.G., and Afanasiev, K.I., Ecological, geographic, and genetic differentiation and management units of chum salmon *Oncorhynchus keta* of the southern Kuril Islands, *J. Ichthyol.*, 2022, vol. 62, no. 3, pp. 466–475. doi 10.1134/S0032945222030183

Zelennikov, O.V., Pliskunov, I.V., and Varaksin, I.A., Features of chum salmon *Oncorhynchus keta* juvenile growing at the warm water fish farm of pond type, in *Mater. 12-y Nats. (Vseross.) nauchno-pract. konf. "Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoye i tekhnicheskoye ispol'zovanie"* (Proc. 12th Nat. (All-Russ.) Sci.-Pract. Conf. "Natural Resources, Their Current State, Conservation, and Commercial and Technical Use"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatskii Gos. Tekh. Univ., 2021, pp. 100–104.

Zelennikov, O.V., Proskuryakov, K.A., Rudakova, G.S., and Myakishev, M.S., The comparative characteristics of naturally produced and hatchery-reared juvenile pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792), from Sakhalin Oblast, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2020, vol. 46, no. 1, pp. 12–21. doi 10.1134/S1063074020010095

Zelennikov, O.V., Varaksin, I.A., Pleskunov, I.V., and Borzov, S.I., The experience of joint growing of juvenile pink salmon and chum salmon at a fish farms pond type, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020, vol. 182, pp. 121–127. doi 10.36038/2307-3497-2020-182-121-127

Ivankov, V.N., Pacific salmon of Iturup Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1968, vol. 65, pp. 49–74.

Ivanov, O.A., Marine ecology of Pacific salmon (*Oncorhynchus* sp.): myths and reality, in *Mater. Mezhdunar. konf. "Lososevye ryby: biologiya, okhrana i vosproizvodstvo"* (Proc. Int. Conf. "Salmonids: Biology, Conservation, and Restoration"), Petrozavodsk, 2017, pp. 65–66.

Kaev, A.M., *Osobennosti vosproizvodstva kety v svyazi s yeyo razmerno-vozrastnoy strukturoi* (Features of Reproduction of Chum Salmon in Relationship with Its Size and Age Structure), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2003.

Kaev, A.M. and Ignatiev, Yu.I., Methodological aspects of forecasting the abundance of chum salmon of hatchery origin in the Sakhalin Region, in *Byulleten' no. 8 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 8 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2013, pp. 78–82.

Kaev, A.M., Romasenko, L.V., and Kaev, D.A., On the issue of efficiency of large-scale hatchery rearing of chum salmon (*Oncorhynchus keta*, Walbaum, 1792) on Iturup Island, Kuril Islands, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2021, vol. 47, no. 6, pp. 470–479. doi 10.1134/S1063074021060079

Kaev, A.M. and Chupahin, V.M., Early sea period of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and chum salmon *Oncorhynchus keta* in Iturup Island, in *Biologiya, sostoyaniye zapasov i usloviya obitaniya gidrobiontov v Sakhalino-Kuril'skom regione i sopredel'nykh akvatoriyakh* (Biology, Status of Stocks, and Condition of Habitat of Aquatic Organisms in the Sakhalin-Kuril Region and Adjacent Waters), *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 4, pp. 116–132.

Klovach, N.V., Ecological consequences of large-scale farming of chum salmon *Oncorhynchus keta*, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Moscow: VNIRO 2002.

Klovach, N.V., Leman, V.N., Elnikov, A.N., and Varaksin, I.A., Reproduction and trade of Iturup Island chum salmon (southern Kuril Islands). The past, the present and the future prospects, *Rybn. Khoz.*, 2018, no. 6, pp. 42–47.

Kun, M.S., Plankton and feeding of juvenile chum salmon and pink salmon in the Sea of Okhotsk coast of Iturup Island, *Russ. J. Mar. Biol.*, 1986, no. 2, pp. 60–65.

Chebanova, V.V., Frenkel, S.E., and Zelenikhina G.S., Relation of feeding in juvenile chum salmon (*Oncorhynchus keta*) and pink salmon (*O. gorbuscha*) to abundance of zooplankton

in coastal waters of the Prostor Bay (Iturup Island), *J. Ichthyol.*, 2018, vol. 58, no. 5, pp. 741–750. doi 10.1134/S0032945218050028

Chupakhin, V.M. and Kaev, A.M., Distribution and some features of the biology of young pink salmon and chum salmon in the inshore waters of the Iturup Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1980, vol. 104, pp. 116–121.

Shevlyakov, E.A., Kanzeparova, A.N., Shevlyakov, V.A., Somov, A.A., and Starovoitov, A.N., The results of the salmon season in the Far Eastern fishery basin in 2020, the prospects for the catch of pink salmon in 2021, in *Byull. 'N 15 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 15 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2020, pp. 3–16.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., Is the North Pacific carrying capacity over in connection with salmon's high abundance: myths and reality, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 138, pp. 19–36.

Shuntov, V.P., Temnykh, O.S., and Naydenko, S.V., Once again on factors limiting the number of pacific salmon (*Oncorhynchus* spp., fam. Salmonidae) during the oceanic period of their life, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 196, pp. 3–22. doi 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22

Sinyakov, S.A. and Ostroumov, A.G., On the possibility of using the pink salmon survival measure (R/E) in the forecast of chum salmon returns in north-east Kamchatk, *NPAFC Bull.*, 1998, no. 1, pp. 327–333.

Поступила в редакцию 30.12.2022 г.

После доработки 01.03.2023 г.

Принята к публикации 03.03.2023 г.

The article was submitted 30.12.2022; approved after reviewing 01.03.2023;

accepted for publication 03.03.2023