

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.371.1



М.Ю. Стекольников*

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МЕЖГОДОВАЯ
ИЗМЕНЧИВОСТЬ УЛОВОВ ГОРБУШИ ИСКУССТВЕННОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ВОДАХ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
О. САХАЛИН В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД**

Представлены результаты идентификации маркированных рыб в возвратах горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* к о. Сахалин в 2011–2017 гг. Приводятся схемы количественного распределения маркированной горбуши разного географического происхождения в прибрежье восточного Сахалина. На основе данных о встречаемости маркированных рыб выполнены расчеты численности возвратов горбуши искусственного происхождения. На протяжении исследуемого периода оцененные объемы вылова заводской горбуши изменялись от 0,3 до 10,6 тыс. т, еще 0,4–2,3 млн особей прошло на нерестилища. Сопоставление многолетней динамики вылова диких и заводских рыб показало, что заводское разведение не оказывает влияние на динамику уловов горбуши в данном районе. Распределение вылова горбуши конкретных заводских стад по районам промысла в межгодовом аспекте относительно постоянно. Наиболее значимый вклад заводских рыб в уловы горбуши — в зал. Анива (в среднем 23,9 % от вылова данного района), на втором месте — юго-восточный Сахалин (13,2 %), на третьем — зал. Терпения (7,6 %). Количество заводских рыб, выловленных на том или ином участке побережья, не связано напрямую с объемом выпуска молоди с местных рыбоводных заводов и во многом определяется величиной прилова мигрантов. Непосредственно в приустьевой зоне базовых рек ЛРЗ и в самих реках добывается менее 10 % общей численности заводских стад горбуши.

Ключевые слова: восточное побережье о. Сахалин, горбуша, рыбоводные лососевые заводы, отолиты, маркирование, численность, промысел.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-484-504.

Stekolshchikova M.Yu. Spatial distribution and interannual variability of catches for pink salmon of artificial origin in the waters of eastern coast of Sakhalin Island in modern times // Izv. TINRO. — 2021. — Vol. 201, Iss. 2. — P. 484–504.

Mixed herds of pink salmon including the fish of both artificial and natural origin are exploited by fishery in many areas of Sakhalin Island. To separate the fish of different origin, large-scale tagging of the juveniles otoliths is conducted at salmon hatcheries since 2008. The hatcheries contribution to pink salmon catches in certain areas of East Sakhalin (from the Langeri River to Cape Crillon) is assessed for 2011–2017 on the base of previously published and new data on occurrence of the fish with marked otoliths. The specimens were sampled from commercial catches of 5–13 fixed nets and from research catches in 5–9 rivers throughout entire spawning season. In total, 40,992 otoliths of pink salmon were collected. The otoliths

* Стекольников Марина Юрьевна, заведующая сектором, e-mail: m.stekolschikova@sakhniro.ru.

Stekolshchikova Marina Yu., head of department, Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia, e-mail: m.stekolschikova@sakhniro.ru.

were prepared for microstructure analysis using standard methods of processing. All marked otoliths had the tags of hatcheries located on the eastern coast of Sakhalin. The fish of artificial origin were caught in all examined sites between Cape Soymonov and Cape Crillon every year, but in some years their distribution was wider, up to the northern limit of the investigated area (Langeri River). The fish of artificial origin migrated to all rivers within this area. The total annual landing of the pink salmon marked at artificial hatcheries in the East Sakhalin waters was estimated as 300–10600 t, by years. The rest of the fish of artificial origin ($0.4\text{--}2.3 \cdot 10^6$ ind.) entered to the rivers and mostly reached the spawning grounds. Long-term dynamics of landing was compared for the pink salmon of artificial and natural origin and their independence was concluded. Distribution of pink salmon originated from certain artificial hatcheries by sites of catch was rather constant that allowed to extrapolate the results for marked fish to all released pink salmon. The highest contribution of pink salmon of artificial origin was noted for catches in the Aniva Bay (23.9 %, on average), it was lower for catches at the southeastern coast of Sakhalin (13.2 %), and more lower for catches in the Patience Bay (7.6 %). Total number of pink adults of artificial origin caught on a particular stretch of coast did not depend directly on the number of pink juveniles released from a local hatchery, but was determined mainly by number of fish migrated there from other hatcheries. The landing of pink salmon originated from artificial hatcheries directly in the rivers where these hatcheries were located and at their mouths was < 10 % of the total catch of pink salmon of artificial origin. Schemes of quantitative distribution of pink salmon with marked otoliths in the waters of East Sakhalin are presented.

Key words: eastern coast of Sakhalin, pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, artificial hatchery, otolith, tagging, fish abundance, fishery.

Введение

Из тихоокеанских лососей, воспроизводящихся в реках о. Сахалин, горбуша является самым широко распространенным и массовым видом. Наиболее высокий уровень численности горбуши характерен для восточного побережья острова. Запас восточносахалинской горбуши формируется за счет естественного воспроизводства и разведения на рыбоводных заводах (ЛРЗ), сосредоточенных преимущественно в южной части острова.

На протяжении истории лососеводства в Сахалинской области максимальные объемы выпуска молоди горбуши (от 176,0 до 342,0 млн экз., в среднем 278,2 млн экз.) с ЛРЗ данного района приходились на вторую половину 1970-х — первую половину 1980-х гг. По сравнению с этим периодом в последнее десятилетие объемы выпуска сократились в среднем в 1,5 раза.

Несмотря на длительную историю изучения вопроса, взгляды на роль заводского разведения в формировании уловов горбуши в Сахалино-Курильском регионе разногласны. Вкратце суть противоречий можно свести к различиям в оценках выживаемости заводских рыб и степени локальности распространения их в прибрежье [Рухлов, Шубин, 1986; Хоревин, 1994; Романчук, 2000; Каев, Игнатъев, 2007, 2015; Каев, 2010]. Поскольку подавляющее большинство оценок получены косвенными методами и не являются безупречными, при разработке прогнозов величины вылова горбуши в Сахалинской области принимается допущение о равной выживаемости диких и заводских особей в течение морского периода жизни.

А рекомендации по организации промысла разрабатываются в том числе исходя из представления о том, что большая часть возврата заводских рыб изымается промыслом в районе выпуска молоди.

Вместе с тем на основании данных о встречаемости рыб с отолитными метками в возвратах горбуши к о. Сахалин в 2011–2014 гг. нами показано, что выживаемость заводской горбуши может быть ниже, чем дикой, а значительная ее часть облавливается на путях миграции [Стеколыщикова, Акиничева, 2013; Стеколыщикова, 2015]. В настоящей работе эти выводы подкреплены новыми данными, а также предпринята попытка оценить общий вклад рыбоводных заводов в формирование уловов горбуши разных районов о. Сахалин в 2011–2017 гг.

Материалы и методы

В основе настоящей работы лежат результаты отолитного маркирования молоди горбуши на ЛРЗ восточного побережья о. Сахалин (табл. 1) и идентификации маркированных рыб из уловов горбуши в реках и побережье острова в 2011–2017 гг. До 2015 г. сбор и обработку материала проводили совместно с сотрудниками лаборатории Сахалинского филиала Главрыбвода.

Таблица 1
Результаты отолитного маркирования молоди горбуши на ЛРЗ восточного побережья о. Сахалин в 2010–2016 гг. [Akinicheva, Volobuev, 2010; Akinicheva et al., 2011–2016]

Table 1
Results of otolith marking for pink juveniles at artificial hatcheries on the eastern coast of Sakhalin Island in 2010–2016 (from: [Akinicheva, Volobuev, 2010]; [Akinicheva et al., 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016]))

Год выпуска	Наименование ЛРЗ	Вид метки	Выпуск молоди, млн экз.	
			Всего, млн экз.	В том числе маркированной, %
2010	«Анивский»	3,2Н	38,1	66,1
	«Таранайский»	Н1,5; 1,5Н	16,4	26,2
	«Соколовский»	Н5,2	25,8	100
2011	«Анивский»	4,3Н	37,6	87,8
	«Таранайский»	1,4Н	15,6	100
2012	«Анивский»	5,1Н	19,7	81,7
	«Таранайский»	3,2Н	12,7	100
	«Монетка»	4n, 1,2Н	23,4	70,1
2013	«Анивский»	8nН	35,9	100
	«Таранайский»	7nН	15,3	100
	«Монетка»	3n, 1,2Н; 1,2,4nН; 3n, 1Н; 1,3,2nН; 3,2nН	29,6	100
	«Ай»	1,2,2Н	6,6	100
	«Мануй»	4n, 2Н	11,3	100
2014	«Анивский»	3,4Н	36,6	100
	«Таранайский»	5Н	19,4	100
	«Лесной»	1,4Н	26,7	100
	«Бахура»	4,2Н	14,5	100
2015	«Анивский»	3,2Н	37,0	100
	«Таранайский»	7Н	19,0	100
	«Монетка»	5Н	33,9	100
	«Бахура»	3n, 4Н	11,7	100
2016	«Анивский»	5,1Н	10,0	100
	«Таранайский»	3,4nН	4,4	100
	«Бахура»	3n, 4Н	10,8	100

Сбор материала осуществляли на 7–22 станциях (рис. 1, табл. 2). Пробы отоли- тов собирали по возможности с периодичностью раз в пять дней на протяжении всего нерестового хода. Число выполненных станций и количество обследованных особей зависело от особенностей нерестового хода горбуши и организации промысла, а так- же от вовлеченности рыбодобывающих предприятий в программу сбора материала. В целом нами были приняты к расчетам результаты обработки 338 проб (объем вы- борки — 40992 экз.).

Для подготовки отоли- тов к анализу микроструктуры использовали стандартные методики, применяемые в отолитометрических исследованиях, принятых в системе рыбохозяйственных институтов [Secor et al., 1991].

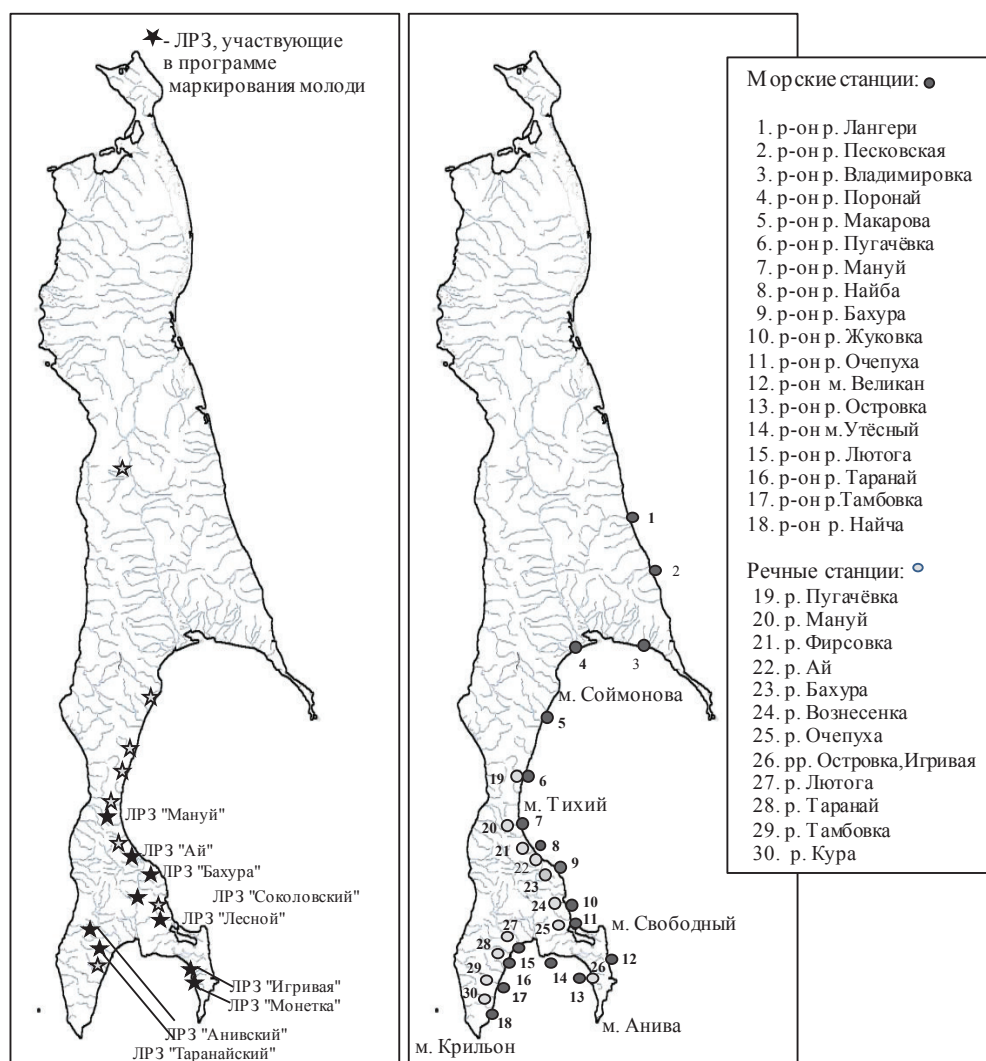


Рис. 1. Расположение рыбоводных заводов по воспроизводству горбуши и положение станций отбора проб

Fig. 1. Location of salmon hatcheries and sampling sites

Численность возврата маркированной горбуши ($\hat{N}_h$, экз.) в пределах среднеквадратичной ошибки определена по формуле

$$\hat{N}_h = \sum_{i=1}^n \left[N_i p_i \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n n_i (\sigma_i N_i)^2}{\sum_{i=1}^n n_i}} \right],$$

где N_i — численность подходов (вылов + заход в реки) горбуши в разные районы о. Сахалин, экз.; p_i — доли маркированной горбуши в подходах, %; σ_i — стандартные отклонения для долей маркированной горбуши в подходах, %; n_i — количество выборок при оценке доли маркированной горбуши.

Доли маркированных рыб в вылове отдельных районов и в заходах в реки вычислили на основе линейных трендов, построенных по выборочным посуточным значениям:

$$\bar{p}_E = a + b \sum_{t=1}^T t w_t,$$

где a и b — коэффициенты, характеризующие соответственно отсекаемый отрезок на оси ординат и наклон тренда; $w_t = \frac{E_t}{E}$ — статистический вес, равный отношению

Станции отбора проб в 2011–2017 гг.

Таблица 2

Table 2

Sampling sites in 2011–2017

№ станции	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1		+		+		+	+
2							+
3						+	
4				+		+	
5		+					+
6			+			+	
7				+		+	+
8	+	+	+	+		+	+
9				+		+	
10				+		+	
11			+	+		+	
12	+	+	+	+		+	
13	+	+	+	+			
14		+		+			
15	+	+		+			
16	+	+		+			
17		+	+	+			
18	+	+					
19					+		
20		+		+	+		+
21	+				+		+
22				+		+	
23				+	+	+	+
24	+			+	+	+	+
25				+	+		+
26		+	+	+		+	+
27	+	+	+	+			
28	+	+	+	+	+	+	+
29	+	+	+				
30	+	+	+	+			
Объем выборки, экз.	4530	8480	4006	11829	891	5439	5817

соответствующих посуточных заходов к их сумме (заходу в целом); t и T — время с начала наблюдений и их общая продолжительность, сут.

При отсутствии тренда доли маркированной горбуши в подходах рассчитаны как средние арифметические.

Для оценки численности возврата заводской горбуши в годы, когда сбором материала были охвачены не все участки побережья, применяли метод корректировки, основанный на использовании информации о характере распределения маркированных рыб в годы, когда пробы отбирали повсеместно.

Оценка объемов вылова горбуши искусственного происхождения в разных районах восточного Сахалина выполнена с учетом допущений возможного распределения горбуши с рыбоводных заводов западного побережья зал. Терпения. Исходя из приведенных в данной работе соображений о преднерестовых миграциях горбуши с ЛРЗ разных географических районов сделано предположение, что 70 % рыб этого стада вылавливали в районе воспроизводства, 25 % — на юго-восточном побережье Сахалина и 5 % — в зал. Анива.

Анализ пространственного распределения данных выполнен после их преобразования путем увеличения в 1000 раз с предварительной заменой нулевых значений на 0,001.

Результаты и их обсуждение

Результаты идентификации маркированной горбуши из уловов в реках и прибрежье восточного Сахалина в 2011–2017 гг. показали, что вся она была выпущена с рыбоводных предприятий, расположенных на восточном побережье острова.

В ходе исследований было установлено, что горбушу с ЛРЗ юго-восточного Сахалина, независимо от района расположения рыбоводного завода, ежегодно облавливали ставными неводами вдоль всего западного побережья зал. Терпения и юго-восточного Сахалина, а в отдельные годы — в зал. Анива и на юго-западе острова. В уловах этих районов ежегодно присутствовали и рыбы с «анивских» ЛРЗ. Кроме того, рыбы с метками всех рыбоводных заводов были обнаружены в исследовательских уловах на реках указанного участка побережья. Лишь в 2016 г. заводская горбуша была обнаружена севернее: в границах Поронайского (северная часть зал. Терпения) и Смирныховского (северо-восточный Сахалин) районов. Общая протяженность района распространения заводской горбуши в отдельные годы составляла от 800 до 1200 км.

Маркированные рыбы присутствовали в уловах уже со второй декады июля. В 2011, 2012 гг. отмечено увеличение доли заводской горбуши в уловах по мере нерестового хода (рис. 2, а, б), тогда как в последующие годы соотношение диких и заводских рыб колеблется без какой-либо четко выраженной тенденции (рис. 2, в, г). На наш взгляд, это связано со значительным снижением численности охотоморской горбуши ранней темпоральной формы, сроки нерестовой миграции которой частично перекрываются со сроками хода поздней формы [Каев, 2016, 2019]. А поскольку на рыбоводных заводах восточного Сахалина разводят позднюю охотоморскую горбушу, отсутствие трендов в изучаемых рядах наблюдений в 2013–2017 гг. свидетельствует в том числе и о совпадении сроков хода заводских и диких рыб этой темпоральной формы.

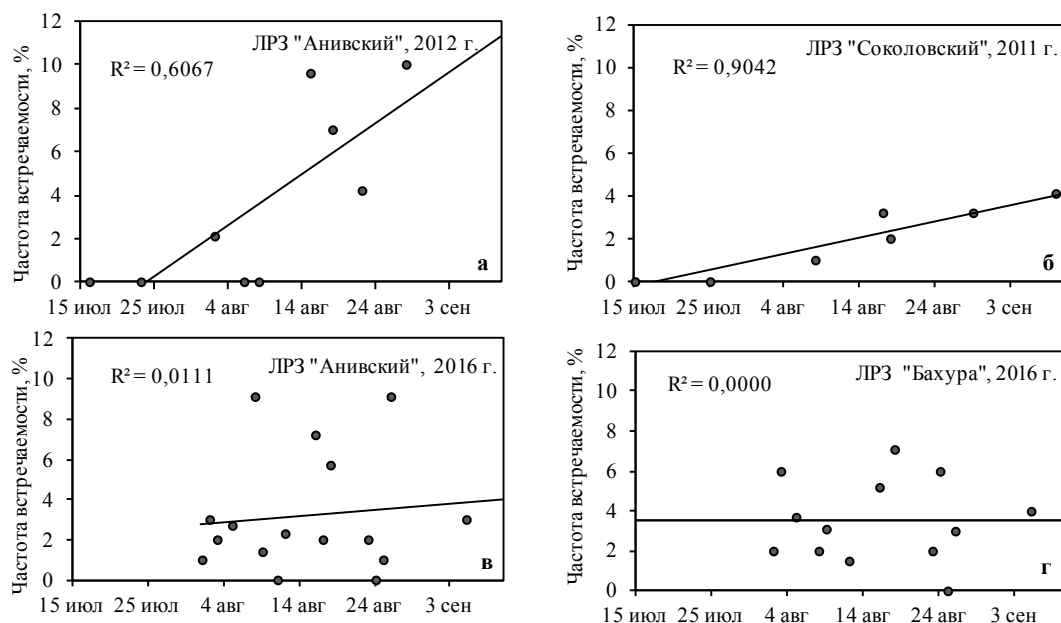


Рис. 2. Изменения частоты встречаемости маркированных рыб в уловах горбуши в реках и прибрежье юго-восточного Сахалина в период промысла в разные годы

Fig. 2. Marked otoliths occurrence in catches of pink salmon in the rivers and coastal areas of southeastern Sakhalin during the fishing period, by years

Переходя к представлению полученных пространственных данных, следует отметить два момента, во-первых, заводские стада сформированы из рыб, зашедших в базовые реки ЛРЗ, во-вторых, нами установлена однородность характеристик речных и морских выборок (табл. 3). Данный результат оказался несколько неожиданным, поскольку предполагает, что значительная часть горбуши в каждой реке исследуемого района представлена мигрантами. Ранее наличие интенсивного стрейнга производителей горбуши между рядом расположенными реками доказал О.Ф. Гриценко [1990]. Наши данные показывают, что пороги стрейнга горбуши могут быть намного шире.

Таблица 3

Результаты проверки гипотезы о достоверности различия средней доли маркированных рыб в речных и морских выборках из уловов горбуши

Table 3

Results of testing the hypothesis on reliability of difference between mean percentage of marked fish in the river and marine catches of pink salmon

Год	ЛРЗ	Район	Число выборочных единиц горбуши		Выборочное среднее, %		Значения статистики Манна-Уитни	
			речной	морской	речной	морской	U _{эмп}	U _{0.05}
2011	«Анивский»	Мыс Анива — р. Лютога	8	5	5,1	4,6	13,0	6
		Р. Лютога — мыс Крильон	11	8	2,6	4,6	20,0	20
	«Таранайский»	Мыс Анива — р. Лютога	8	5	2,1	0,4	13,5	6
		Р. Лютога — мыс Крильон	11	8	2,7	1,7	30,0	20
	«Соколовский»	Мыс Анива — мыс Крильон	19	13	0,3	0,5	105,0	70
2012	«Анивский»	Мыс Тихий — мыс Анива	8	4	5,1	1,1	10,0	6
		Мыс Анива — р. Лютога	8	12	7,7	6,0	40,5	26
		Р. Лютога — мыс Крильон	15	13	4,2	2,4	74,5	61
	«Таранайский»	Мыс Тихий — мыс Анива	8	4	1,3	2,5	16,0	5
		Мыс Анива — р. Лютога	8	12	2,3	3,5	46,5	26
		Р. Лютога — мыс Крильон	15	13	9,4	1,5	51,5	61
2013	«Анивский»	Мыс Тихий — мыс Анива	9	3	0,9	0,1	5,0	4
		Мыс Анива — р. Лютога	13	3	1,2	1,1	18,5	6
	«Таранайский»	Мыс Тихий — мыс Анива	9	3	0,4	2,6	3,0	4
		Мыс Анива — р. Лютога	13	3	1,8	1,9	12,0	6
	«Монетка»	Мыс Тихий — мыс Анива	9	3	4,9	4,9	12,0	4
		Мыс Анива — р. Игровая	10	3	36,0	26,4	13,0	4
2014	«Анивский»	Мыс Тихий — мыс Анива	18	27	0,3	0,7	202,0	171
		Мыс Анива — р. Лютога	15	9	2,7	2,1	64,5	39
		Р. Лютога — мыс Крильон	8	3	0,9	1,7	12,0	6
	«Таранайский»	Мыс Тихий — мыс Анива	18	27	0,1	0,4	205,0	182
		Мыс Анива — р. Лютога	15	9	1,1	1,7	53,0	39
		Р. Лютога — мыс Крильон	8	3	1,4	1,0	9,0	3
	«Мануй»	Мыс Тихий — мыс Свободный	17	25	1,1	1,0	157,5	147
		Мыс Свободный — мыс Крильон	12	26	0,3	0,1	123,5	98
2016	«Анивский»	Мыс Тихий — мыс Анива	7	12	2,5	3,2	34,5	21
	«Таранайский»	Мыс Тихий — мыс Анива	7	12	1,8	0,8	33,0	21
	«Монетка»	Мыс Тихий — мыс Анива	7	12	1,7	1,1	34,0	21

Отсутствие значимых различий позволило объединить речные и морские выборки и сформировать массивы данных, позволяющие описать характер изменения доли меченых рыб в выборках по мере удаления от базовой реки. Удовлетворительную сходимость ($R^2 > 0,70$) в 56 % случаев дает аппроксимация исходных данных функциями

логарифмического типа (рис. 3–6). Согласно моделям в пределах 10 км от базовой реки признак падает быстро, в среднем на 62,2 %, а затем происходит резкое замедление темпов падения (в среднем 21,4 % на каждые 10 км).

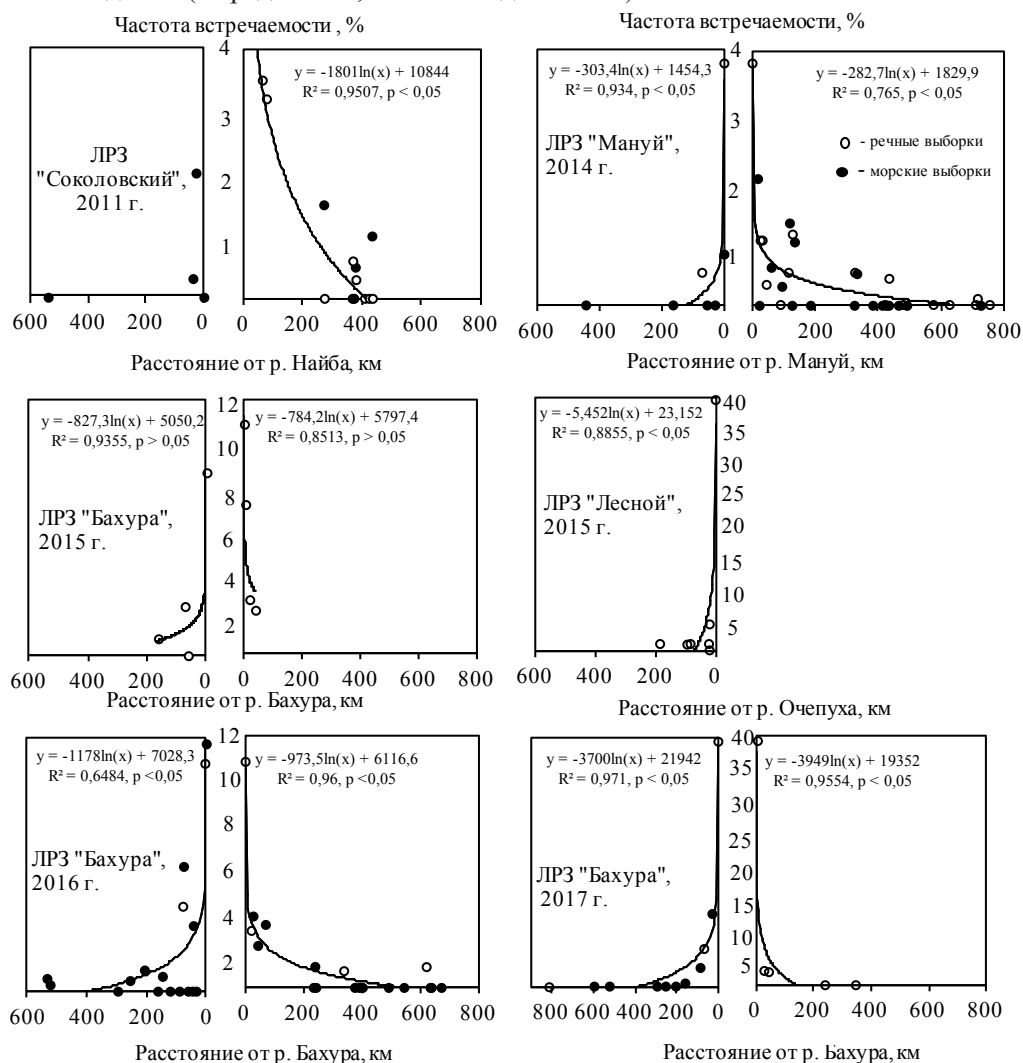


Рис. 3. Зависимость частоты встречаемости заводской горбуши юго-восточного побережья о. Сахалин от удаленности от базовой реки в возвратах 2011, 2014–2017 гг.

Fig. 3. Occurrence of pink salmon of artificial origin in dependence on distance from the river of their origin in returns to the southeastern coast of Sakhalin in 2011 and 2014–2017

Учитывая в целом низкую скорость убывания признака, мы попытались выделить участки с равновероятной долей маркированных рыб в подходах. Для этого разложили временные ряды на простые компоненты с помощью сдвиговой процедуры, общий вид которой напоминает метод «гусеница» [Главные компоненты..., 1997]. При этом использовали плавающий лаг, включающий одну или несколько смежных точек с общим количеством проб не менее 7. С помощью сформированной матрицы и статистики Манна-Уитни была оценена степень однородности смежных выборок. В итоге для каждой из групп ЛРЗ выделено от 2 до 5 районов, различающихся долей маркированных рыб в подходах (рис. 7, 8).

На основании полученных оценок доли маркированных рыб в вылове и заходе в реки выделенных районов рассчитаны численность и коэффициенты возврата маркированных рыб (табл. 4).

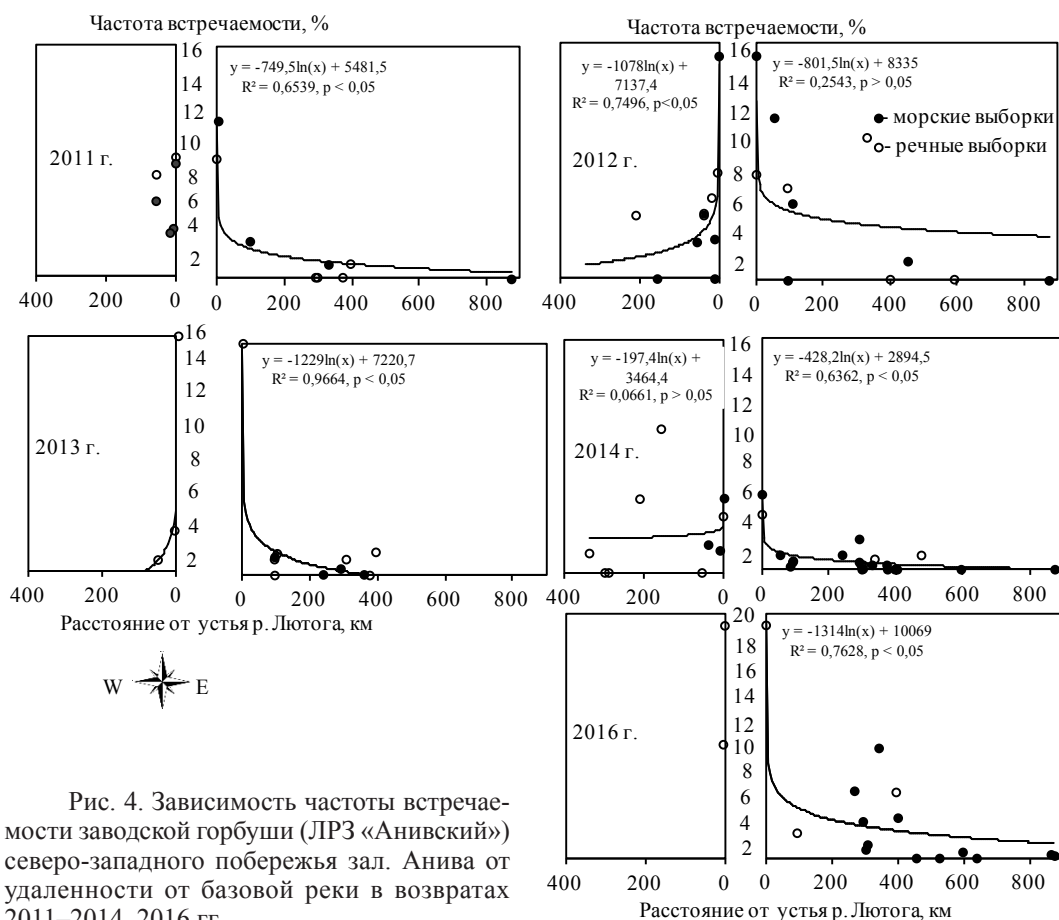


Рис. 4. Зависимость частоты встречаемости заводской горбуши (ЛРЗ «Анивский») северо-западного побережья зал. Анива от удаленности от базовой реки в возвратах 2011–2014, 2016 гг.

Fig. 4. Occurrence of pink salmon originated from Anivsky hatchery in dependence on distance from the river of their origin in returns to the northwestern coast of the Aniva Bay in 2011–2014 and 2016

Интенсивность промыслового изъятия горбуши искусственного происхождения в водах восточного Сахалина в 2011–2017 гг. варьировала от 37,0 до 93,6 %, составляя в среднем 84,7 %. При этом на долю прибрежных уловов приходилось от 72 до 100 % вылова. Отметим, что, как правило, в приустьевой зоне базовых рек ЛРЗ и непосредственно в самих реках добывали менее 10 % от общей численности стада. Таким образом, опровергается точка зрения, что промысел в базовых реках базируется на добыче заводских рыб.

Межгодовые изменения интенсивности промыслового изъятия заводских рыб сопряжены с общей численностью возврата горбуши (рис. 9). Невысокая сила этой связи имеет логичное объяснение, так как величина промыслового изъятия, помимо численности запаса, может зависеть от пространственных характеристик миграционного потока горбуши и особенностей организации промысла.

Если же обратиться к данным, представленным на рис. 10, можно отметить, что в 2011–2014, 2016 гг. наблюдалась схожая картина распределения возврата (вылов + заход в реки) горбуши по основным промысловым районам восточного Сахалина.

В зал. Терпения, как правило, в его юго-западной части, изымалось промыслом и заходило в реки незначительное количество маркированных рыб — в среднем 5,6 %.

От 78,7 до 87,2 % (при среднем 81,8 %) горбуши, маркированной на ЛРЗ юго-восточного побережья, было выловлено и зашло в реки на участке побережья юго-вос-

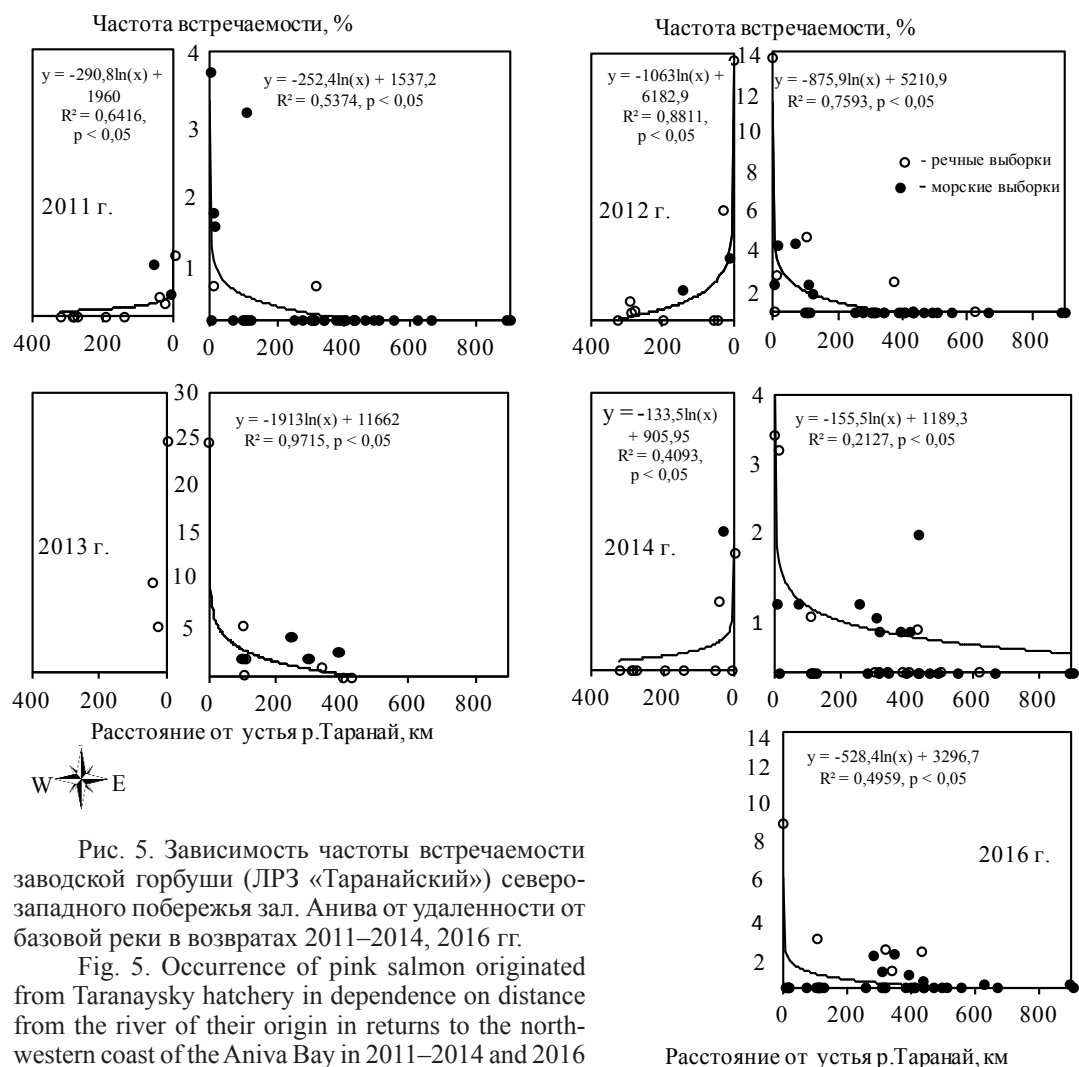


Рис. 5. Зависимость частоты встречаемости заводской горбуши (ЛРЗ «Таранайский») северо-западного побережья зал. Анива от удаленности от базовой реки в возвратах 2011–2014, 2016 гг.

Fig. 5. Occurrence of pink salmon originated from Taranaysky hatchery in dependence on distance from the river of their origin in returns to the north-western coast of the Aniva Bay in 2011–2014 and 2016

точного Сахалина от мыса Тихого до мыса Свободного. Суммарное количество рыб, изъятых промыслом и зашедших в реки южнее означенного участка, варьировало от 5,8 до 14,9 % (в среднем — 9,4 %).

В среднем 48,7 % от общей численности возврата горбуши, маркированной на рыболовных заводах зал. Анива, было выловлено в прибрежье юго-восточного Сахалина, а также зашло в реки этого района. Что касается распределения возврата «анивской» горбуши между разными районами зал. Анива, в случае горбуши, культивируемой на ЛРЗ «Монетка», 42,9 % от численности нерестового стада было выловлено и зашло в реки в районе деятельности завода (участок побережья от мыса Анива до р. Игровой), 5,1 % — на участке от р. Игровой до мыса Крильон. Применительно к горбуше с рыболовных заводов северо-западного побережья зал. Анива распределение возврата в среднем за годы исследований выглядело следующим образом: восточное побережье зал. Анива — 19,9 %, северо-западное побережье — 15,4, западное побережье зал. Анива — 6,7 %. Тот факт, что в 2017 г. порядка 80 % горбуши с ЛРЗ «Анивский» вернулось в базовую реку завода, мы связываем с запретом промысла в зал. Анива и мерами по его ограничению на юго-востоке острова.

Ситуация 2015 г., когда доля горбуши с метками рыболовных заводов юга Сахалина, подошедшей к юго-западной части зал. Терпения (в границах Макаровского

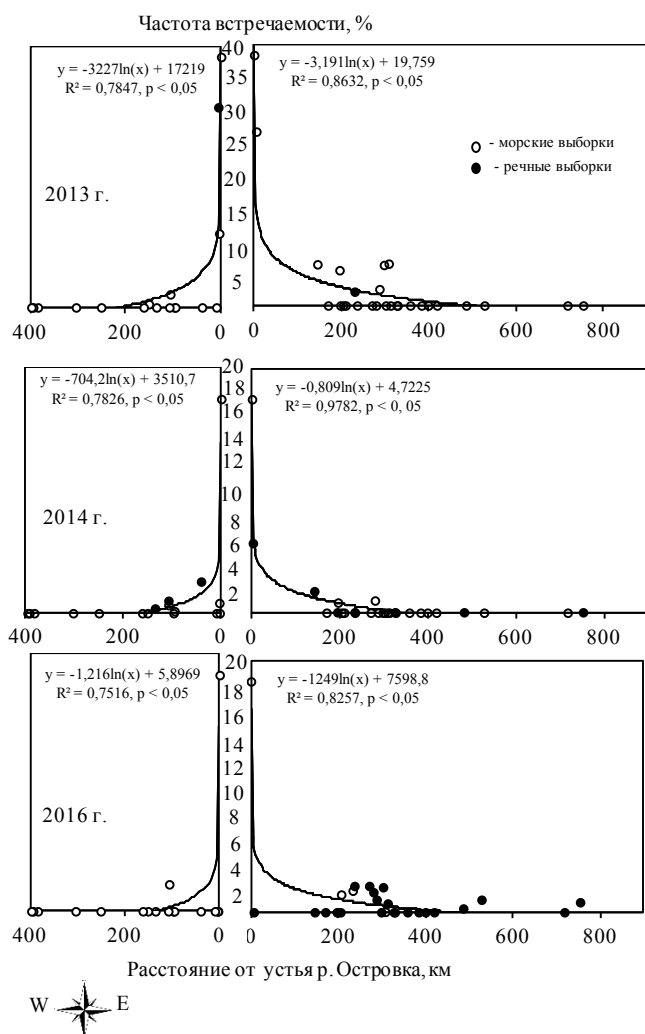


Рис. 6. Зависимость частоты встречаемости заводской горбуши восточного побережья зал. Анива от удаленности от базовой реки в возвратах 2013, 2014, 2016 гг.

Fig. 6. Occurrence of pink salmon of artificial origin in dependence on distance from the river of their origin in returns to the eastern coast of the Aniva Bay in 2013, 2014, and 2016

района), составляла от 27 до 53 % от учтенной численности возврата этих стад, представляется исключительной.

Показательно, что за годы исследований только в 2015 г. была отмечена высокая степень корреляции ($R = 0,82, p < 0,05$) между уловами на северо-востоке острова и в зал. Терпения, а также между уловами на юго-западе и на севере зал. Терпения. Тогда как сопряженность динамики уловов на юго-западе зал. Терпения и на участке побережья, расположенного южнее (в границах Долинского и Корсаковского районов), отсутствовала и проявлялась только в случае смещения уловов на 10 и 15 дней (соответственно $R = 0,37$ и $0,56, p < 0,05$). Полученное сопряжение связей между динамикой уловов в разных районах восточного Сахалина возможно в случае, если горбуша подходила к побережью узким фронтом, охватывающим участок побережья в границах Смирныховского, Поронайского и Макаровского районов. При таком варианте развития событий, учитывая, что часть горбуши южных стад была выловлена в данном районе, возврат маркированных рыб мог быть выше, как минимум, в 1,5 раза.

Рассматривая же полученные результаты в целом, можно сделать вывод о том, что в 2011–2017 гг. горбуша главным образом мигрировала с севера на юг, от рек юго-западной части зал. Терпения к рекам зал. Анива. При этом миграционные маршруты отдельных группировок рыб представляли собой более сложные траектории относительно генерального направления миграций [Антонов и др., 2014].

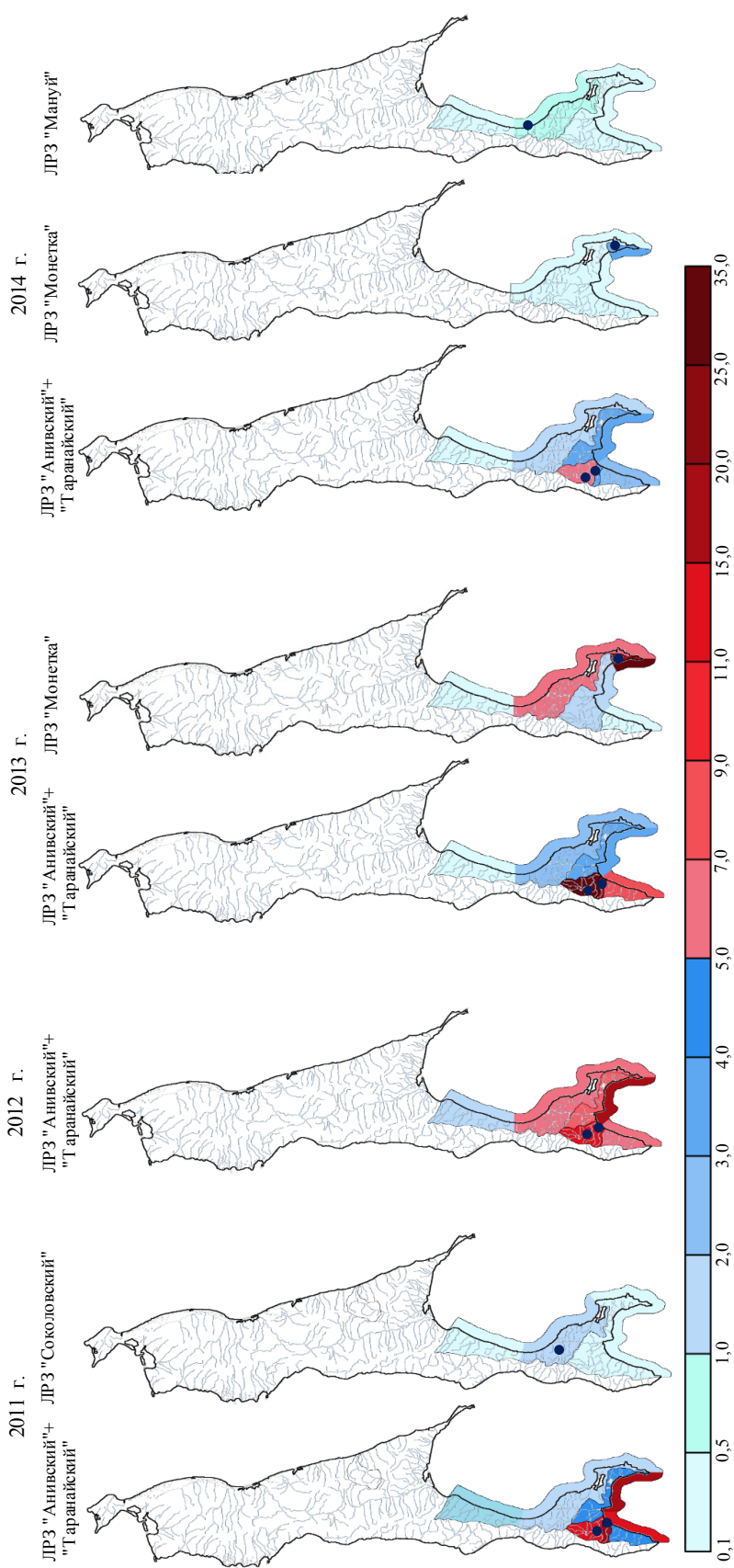


Рис. 7. Частота встречаемости маркированной горбуши в прибрежных уловах и на нерестилищах в реках разных районов о. Сахалин в 2011–2014 гг., %
 Fig. 7. Marked otoliths occurrence in catches of pink salmon in the coastal waters and in the spawning grounds in rivers in 2011–2014, by areas of Sakhalin Island, %

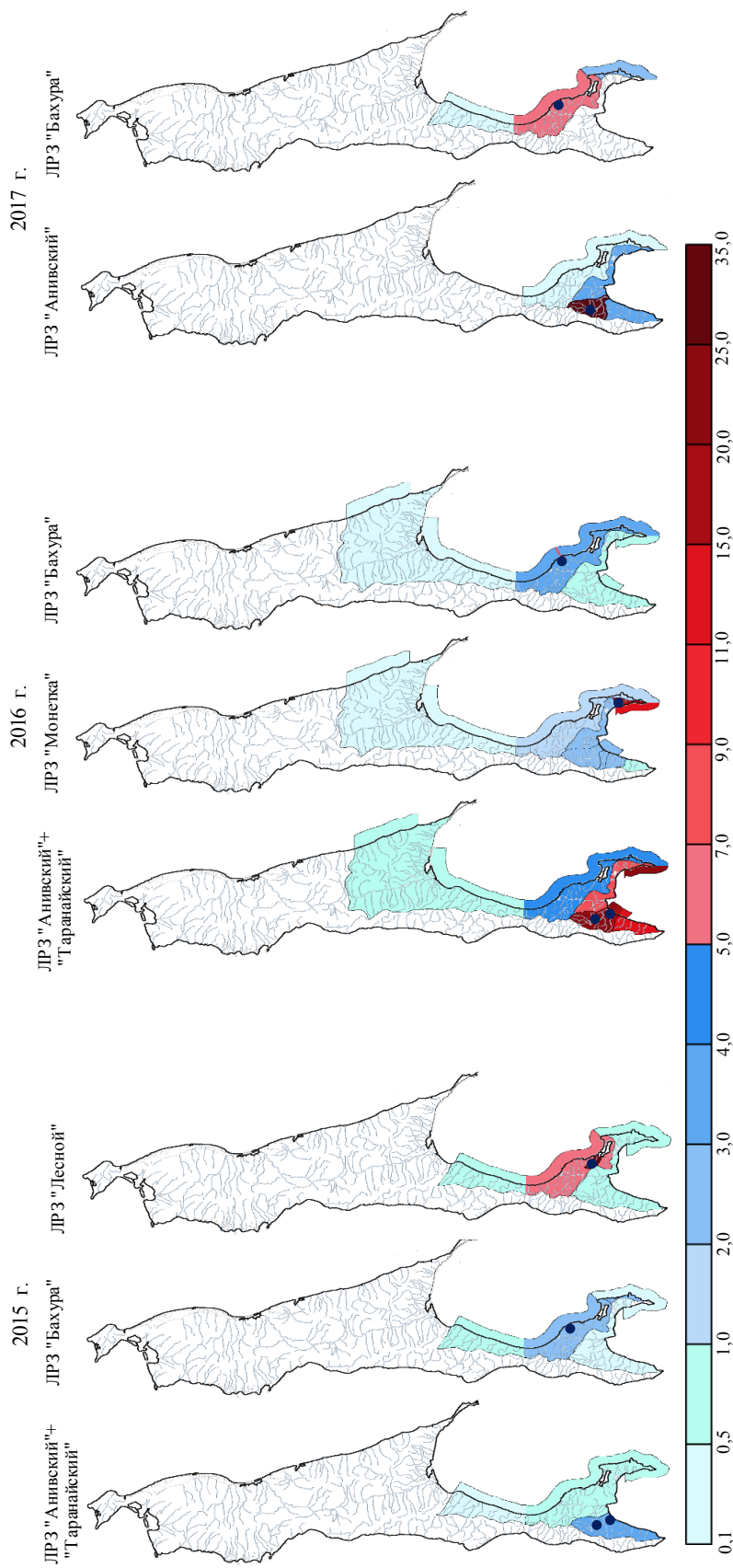


Рис. 8. Частота встречаемости маркированной горбуши в прибрежных уловах и на нерестилищах в реках разных районов о. Сахалин в 2015–2017 гг., %
Fig. 8. Marked otoliths occurrence in catches of pink salmon in the coastal waters and in the spawning grounds in rivers in 2015–2017, by areas of Sakhalin Island, %

Таблица 4

Результаты расчета численности и коэффициента возврата маркированной горбуши
в воды восточного Сахалина в 2011–2017 гг.

Table 4

Calculated number of pink salmon with marked otoliths returned to the waters of East Sakhalin
and rate of their return in 2011–2017

Год выпуска	Выпуск маркированной горбуши		Численность возврата маркированной горбуши		Средний коэффициент возврата маркированной горбуши, %
	Млн экз.	Доля общего выпуска, %	Зашло на нерестилища, тыс. экз.	Выловлено промыслом, тыс. экз.	
2010	80,3	31,9	190,6	2663,8	3,5
2011	53,2	29,0	565,6	2533,4	5,6
2012	55,8	41,4	375,6	1596,2	3,4
2013	98,7	48,3	325,6	1138,4	1,4
2014*	97,3	44,2	168,3	94,3	0,3
2015	101,6	57,6	359,2	2319,9	2,9
2016	25,2	21,3	70,8	39,1	0,4

* Учтена численность подхода маркированных рыб к побережью на участке от мыса Соймонова до мыса Крильон.

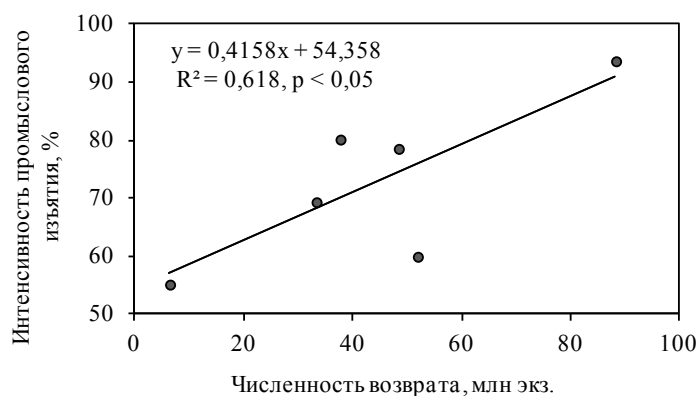


Рис. 9. Зависимость интенсивности промыслового изъятия горбуши ЛРЗ «Анивский» от общей численности возврата горбуши в южную часть восточного Сахалина

Fig. 9. Intensity of commercial withdrawal of pink salmon originated from Anivsky hatchery in dependence on total return of pink salmon to the southern part of East Sakhalin

Тогда как данные о возврате меченных рыб, представленные в работах П.А. Двинина [1958] и Ф.Н. Рухлова с соавторами [Рухлов и др., 1980; Рухлов, Шубин, 1986], позволяют заключить, что в 1940–1980-е гг. горбуша восточносахалинского стада, мигрируя из Тихого океана проливом Фриза, подходила к берегам о. Сахалин преимущественно с юга (южнее с. Стародубского).

Для обрисовки картины преднерестовых миграций горбуши в прибрежье восточного Сахалина в 1970–1980-е гг. нами были проанализированы результаты изучения возврата рыб, меченых ампутацией плавников при выпуске с рыбоводных заводов Сахалинской области в 1972–1983 гг. [Рухлов, Шубин, 1986]. В связи с возможными ошибками идентификации, обусловленными наличием в подходах горбуши естественного фона рыб без жирового плавника или его регенерацией [Шубин, 1987, 1988], рассматривались только данные о возврате рыб, меченых ампутацией нескольких плавников (табл. 5). Показательно, что более 70 % горбуши с Анивского и Таранайского рыбоводных заводов добывали в зал. Анива. В этом же районе в отдельные годы вылавливали до 41 % горбуши, происходящей с ЛРЗ юго-восточного побережья о. Сахалин.

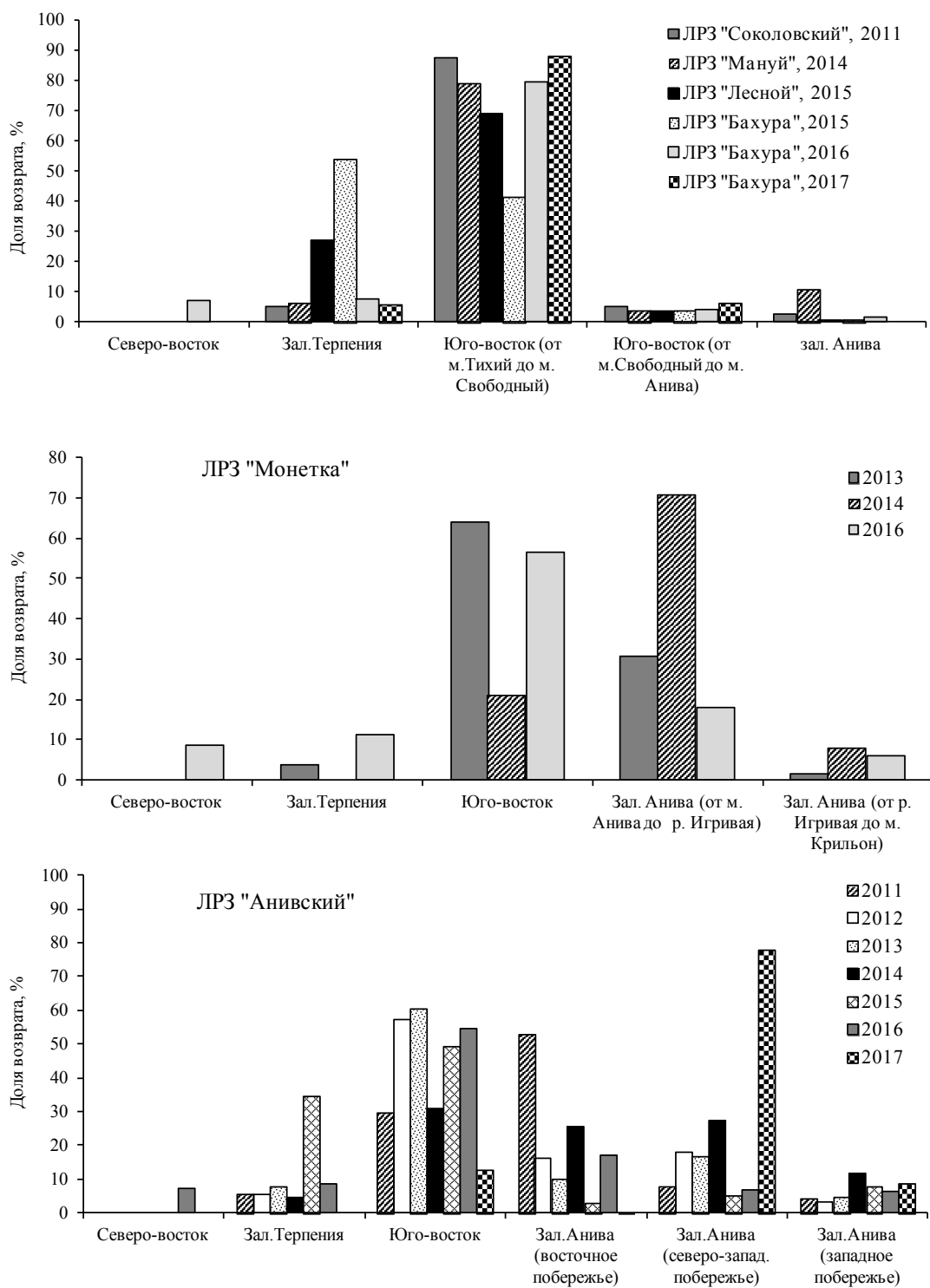


Рис. 10. Распределение вылова и захода заводской горбуши по районам восточного Сахалина в 2011–2017 гг.

Fig. 10. Distribution of pink salmon of artificial origin returns to East Sakhalin and their annual landings in 2011–2017, by administrative districts

Результаты биоценологических экспедиций ТИНРО в проливах Курильских островов и Охотском море [Шунтов и др., 1995] позволяют предполагать, что и в 1990-е гг.

Таблица 5

Расчетное число рыб с метками рыбоводных заводов в прибрежных уловах горбуши разных районов восточного Сахалина в 1977, 1979–1982 гг.

Table 5

Estimated number of pink salmon with marked otoliths caught in the coastal waters in 1977 and 1979–1982, by areas of East Sakhalin

Год	Наименование ЛРЗ	Вид метки (ампутированы плавники)	Выпуск, тыс. экз.	Район промысла			Всего
				Зал. Терпения	Юго-восточное побережье	Зал. Анива	
1977	«Соколовский»	Жировой + левый брюшной	1015,9	$\frac{11}{1,4}$	$\frac{534}{65,9}$	$\frac{265}{32,7}$	810
1979	«Таранайский»	Жировой + спинной	300,0	$\frac{2}{0,1}$	$\frac{41}{2,4}$	$\frac{1683}{97,5}$	1726
1980	«Анивский»	Жировой + правый брюшной	200,0	0	$\frac{251}{22,4}$	$\frac{869}{77,6}$	1120
1981	«Лесной»	Жировой + левый брюшной	300,0	–	$\frac{475}{59,1}$	$\frac{329}{40,9}$	804
1982	«Соколовский»	Жировой + правый брюшной	300,0	–	$\frac{280}{100}$	0	280

Примечание. Над чертой указано число меченых рыб, экз., под чертой — доля от общего вылова меченых рыб, %.

основной миграционный поток восточносахалинской горбуши подходил преимущественно к югу Сахалина, а лишь затем она распространялась вдоль побережья. Хотя в отдельные годы эта закономерность нарушалась [Шунтов и др., 1993].

Таким образом, смена преднерестовых миграционных маршрутов восточносахалинской горбуши произошла сравнительно недавно.

Для получения представления о вкладе искусственного разведения в общую численность запаса горбуши восточного Сахалина результаты идентификации маркированных рыб экстраполировали на весь заводской возврат.

По нашим оценкам на протяжении рассматриваемого периода вылов горбуши искусственного происхождения варьировал от 0,3 до 10,6 тыс. т (рис. 11). Кроме того 0,4–2,3 млн рыб прошло на нерестилища и было использовано для рыбоводных целей (рис. 12). Наиболее значимым был вклад заводских рыб в уловы горбуши в зал. Анива (в среднем 23,9 % от вылова в районе). На втором месте по значимости — юго-восточный Сахалин (13,2 %), на третьем — зал. Терпения (7,6 %).

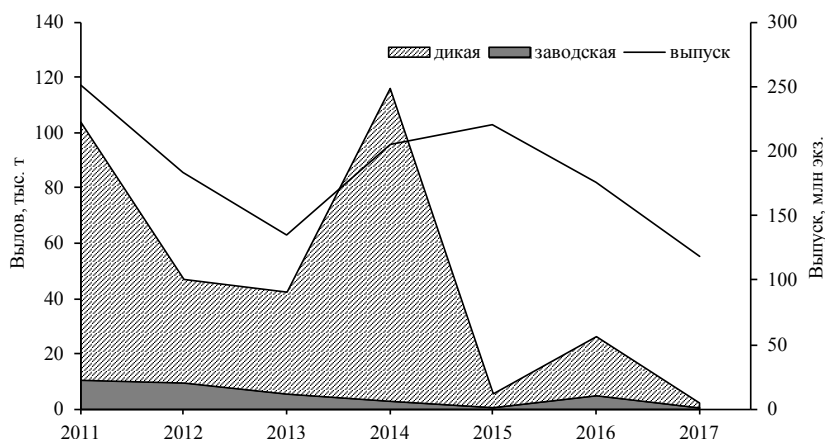


Рис. 11. Доля заводских рыб в промышленном вылове горбуши на юго-восточном побережье о. Сахалин (участок от мыса Соймонова до мыса Крильон) в 2011–2017 гг.

Fig. 11. Percentage of pink salmon of artificial origin in commercial catches on the southeastern coast of Sakhalin (between Cape Soymonov and Cape Crillon) in 2011–2017

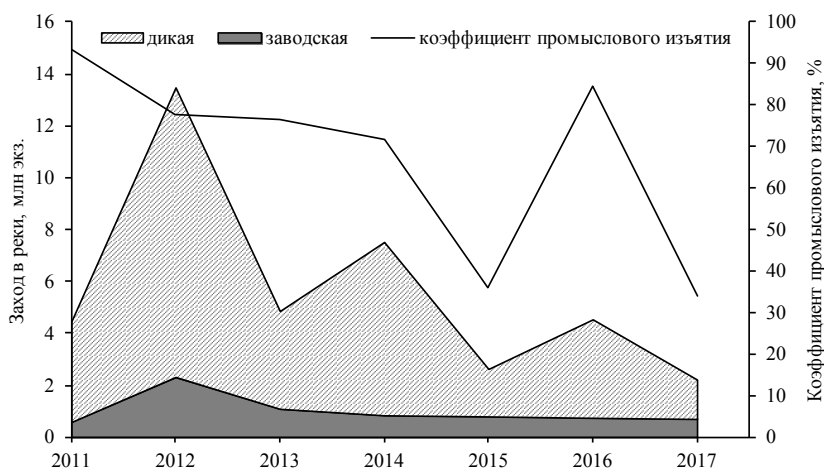


Рис. 12. Вклад заводских рыб в воспроизводство восточносахалинской горбуши в 2011–2017 гг. (участок от мыса Соймонова до мыса Крильон)

Fig. 12. Contribution of fish from artificial hatcheries to reproduction of pink salmon on East Sakhalin in 2011–2017 (for the areas between Cape Soymonov and Cape Crillon)

Наибольшие уловы заводской горбуши были в 2011–2013 гг. (см. рис. 11). Выживаемость поколений, обеспечивших вылов в эти годы, была высокой: коэффициенты возврата составили 3,4–5,6 %, что сопоставимо с верхними пределами вариации индексов выживаемости горбуши искусственного происхождения [Hiroi, 1998; Nagata et al., 2010*]. Наметившееся с 2014 г. снижение вылова заводских рыб лишь отчасти связано с сокращением объемов выпуска молоди и ужесточением мер по ограничению промысла. Основная же причина падения уловов, на наш взгляд, связана с повышенной смертностью горбуши поколений 2013–2015 гг. (табл. 4).

Изменения объемов вылова, если исключить из рассмотрения 2014 г., тесно коррелируют с динамикой вылова горбуши естественного происхождения ($R = 0,82$, $p < 0,05$), что еще раз подтверждает определяющую роль условий нагула молоди в прибрежье в формировании численности лососей [Бирман, 1985; Карпенко, 1998].

Заклучение

В 2011–2017 гг. горбуша с рыбоводных заводов восточного Сахалина, независимо от ее географического происхождения, встречалась в уловах на участке побережья от мыса Соймонова до мыса Крильон. В отдельные годы район ее распространения был шире: в северном направлении до р. Лангери. Отмечен стрейнг заводских рыб во все реки, расположенные в пределах исследованного района.

Полученные в настоящем исследовании результаты оценки численности маркированной горбуши позволяют считать, что в водах восточного Сахалина вылавливали от 0,3 до 10,6 тыс. т горбуши искусственного происхождения. По-видимому, 9–12 тыс. т дополнительного вылова — это тот максимум, на который следует рассчитывать при современном уровне искусственного воспроизводства горбуши на о. Сахалин. Установлено, что изменения численности поколений дикой и заводской горбуши оказались синхронны.

Доля заводских рыб в уловах горбуши юга Сахалина варьировала незначительно, от 4,6 до 19,7 %, и в среднем составила 11,5 %. Количество заводских рыб, выловленных на том или ином участке побережья, не связано напрямую с объемом выпуска

* Nagata M., Miyakoshi Y., Kaeriyama M. Conservation principles of natural spawning of salmonids in Hokkaido, Japan // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological interactions between Wild and Hatchery Salmon. Portland, 2010. [<https://www.yumpu.com/en/document/view/32181406>]

молоди с местных рыбоводных заводов и во многом определяется величиной прилова мигрантов. В исследуемый период основная часть горбуши, воспроизводящейся в реках юго-востока Сахалина и зал. Анива, подходила к побережью несколько севернее — в районе мыса Соймонова — и по мере движения на юг ее интенсивно облавливали на путях миграции. Так на юго-востоке острова в отдельные годы было выловлено более 60 % от общей численности возврата горбуши, маркированной на рыбоводных заводах зал. Анива. Непосредственно в приустьевой зоне базовых рек ЛРЗ и в самих реках добывали менее 10 % от общей численности заводских стад горбуши, что делает экономически не привлекательным разведение этого вида частными предприятиями в условиях современного законодательства.

Распределение вылова горбуши конкретных заводских стад по районам промысла в межгодовом аспекте не претерпевает существенных изменений. Это позволяет использовать заводских рыб в качестве маркеров при изучении параметров эксплуатации отдельных локальных стад горбуши смешанного происхождения, а также применять полученные данные при разработке рекомендаций по организации промысла горбуши.

От 6,7 до 64,4 % (в среднем 32,2 %) численности возврата заводской горбуши зашло в реки, расположенные в южной части побережья, из них большая часть прошла на нерестилища. Согласно нашим оценкам доля заводских рыб на нерестилищах «диких» рек, как правило, превышала 10 %, а в отдельных районах достигала 24 %. Таким образом, проблема взаимодействия диких и заводских лососей может стоять более остро, чем было принято считать [Каев и др., 2010]. В этой ситуации запрет на строительство рыбоводных заводов в бассейнах рек северо-восточного Сахалина, не затронутых заводским воспроизводством и расположенных вне границ стрейнга горбуши искусственного происхождения, следует рассматривать как меру по сохранению диких промысловых стад и генофонда лососей.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность А.А. Михееву и Е.Г. Акиничевой за многочисленные консультации методического характера, неоценимую помощь в повседневной работе и готовность поделиться своими знаниями и опытом.

Финансирование работы

Работа не имела спонсорского финансирования.

Соблюдение этических стандартов

Биологические анализы проводили в соответствии с правилами Европейской Конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 18 марта 1986 г.).

Список литературы

Антонов А.А., Буслов А.В., Брагина И.Ю. и др. Результаты мечения горбуши у юго-восточного побережья острова Сахалин в 2014 г. // Бюл. № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — С. 154–157.

Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей : моногр. — М. : Агропромиздат, 1985. — 208 с.

Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / под ред. Д.Л. Данилова, А.А. Жиглявского. — СПб. : СПбГУ, 1997. — 307 с.

Гриценко О.Ф. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 1990. — Т. 30, № 5. — С. 825–835.

Двинин П.А. Новые данные о миграциях горбуши в районе Сахалина // Рыб. хоз-во. — 1958. — № 1. — С. 12–15.

Каев А.М. Значение заводского разведения горбуши и кеты для их промысла в Сахалинской области // Рыб. хоз-во. — 2010. — № 5. — С. 57–61.

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

Каев А.М. Развитие промысла горбуши в 2016 г. в основных районах ее воспроизводства в Сахалинской области // Бюл. № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — С. 68–76.

Каев А.М., Игнатьев Ю.И. Заводское разведение лососей в Сахалинской области // Рыб. хоз-во. — 2007. — № 6 — С. 57–60.

Каев А.М., Игнатьев Ю.И. Развитие заводского разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 95–104.

Каев А.М., Сафронов С.Н., Никитин В.Д. и др. Подходы к созданию лососевых рыбохозяйственных заповедных зон в Сахалинской области // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. — М. : ВНИРО, 2010. — С. 51–59.

Карпенко В.И. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей : моногр. — М. : ВНИРО, 1998. — 165 с.

Романчук Е.Д. Взаимодействие смешанных популяций горбуши искусственного и естественного воспроизводства в Сахалино-Курильском бассейне // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей : сб. науч. докл. российско-американской конф. по сохранению лососевых. — Хабаровск : Хабар. отд. ТИНРО-центра, 2000. — С. 96–102.

Рухлов Ф.Н., Любаева О.С., Хоревин Л.Д. Результаты исследований эффективности работы горбушевых рыбободных заводов в 1976–1980 годах (сводный отчет) / СахТИНРО. № ГР 76080567; Инв. № 4682. — Южно-Сахалинск, 1980. — 44 с.

Рухлов Ф.Н., Шубин А.О. О промысловом возврате горбуши заводского происхождения // Марикультура на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — С. 3–12.

Стеколыщикова М.Ю. Некоторые результаты мониторинга заводских стад горбуши в зал. Анива (о. Сахалин) // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 183. — С. 51–60.

Стеколыщикова М.Ю., Акиничева Е.Г. Некоторые результаты изучения возврата анивской горбуши, маркированной на ЛРЗ в 2009–2011 гг. // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2013. — С. 134–140.

Хоревин Л.Д. Значение разведения лососей для поддержания их запасов в Сахалинской области // Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб. — СПб. : ГосНИОРХ, 1994. — С. 204–206.

Шубин А.О. К методике оценки эффективности разведения лососей // Современное состояние исследований лососевидных рыб : тез. докл. 3-го Всесоюз. совещ. по лососевидным рыбам. — Тольятти : ИЭВБ АН СССР, 1988. — С. 384–385.

Шубин А.О. О неприменимости некоторых вариантов ампутации плавников в качестве меток у молоди лососевых // Итоги исслед. по вопр. рац. использ. и охраны вод., земель и биол. ресурсов Сах. и Курил. о-вов : тез. докл. 3-й науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск, 1987. — С. 96–98.

Шунтов В.П., Лапко В.В., Баланов А.А., Старцев А.В. Межгодовые изменения в анадромных миграциях лососей в водах Сахалино-Курильского региона // Биол. моря. — 1995. — Т. 21, вып. 2. — С. 116–124.

Шунтов В.П., Радченко В.И., Лапко В.В., Полтев Ю.Н. Распределение лососей в водах Сахалино-Курильского региона в период анадромных миграций // Вопр. ихтиол. — 1993. — Т. 33, вып. 3. — С. 348–358.

Akinicheva E.G., Batyuk J., Volobuev V.V., Fomin E.A. Proposed Otolith Marks for Brood Year 2015 Salmon in Russia : NPAFC Doc. — 2015. — № 1566. — 3 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2010 : NPAFC Doc. — 2010. — № 1273. — 6 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2011 : NPAFC Doc. — 2011. — № 1340. — 5 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2012 : NPAFC Doc. — 2012. — № 1400. — 6 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2013 : NPAFC Doc. — 2013. — № 1489. — 6 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A. Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2014 : NPAFC Doc. — 2014. — № 1553 (Rev. 1). — 6 p.

Akinicheva E.G., Volobuev V.V., Fomin E.A., Myakishev M.S. Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2015 : NPAFC Doc. — 2016. — № 1630. — 4 p.

Hiroi O. Historical trends of salmon fisheries and stock conditions in Japan // NPAFC Bull. — 1998. — № 1. — P. 23–27.

Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination. — Columbia : Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute, 1991. — 85 p.

References

Antonov, A.A., Buslov, A.V., Bragina, I.Yu., Zhivoglyadov, A.A., and Sukhonos, P.S., Results of tagging pink salmon off the southeastern coast of Sakhalin Island in 2014, in *Byulleten' no. 9 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 9 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014, pp. 154–157.

Birman, I.B., *Morskoi period zhizni i voprosy dinamiki stada tikhookeanskikh lososei* (The Marine Life History and the Issues of Dynamics of the Pacific Salmon Stock), Moscow: Agroprom-izdat, 1985.

Glavnyye komponenty vremennykh ryadov: metod «Gusenitsa» (The main components of time series: the “Caterpillar” method), Danilova, D.L. and Zhiglyavsky, A.A., eds., St. Petersburg: SPbGU, 1997.

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

Dvinin, P.A., New data on the migration of pink salmon in the Sakhalin region, *Rybn. Khoz.*, 1958, no. 1, pp. 12–15.

Kajev, A.M., The value of factory cultivation of pink and chum salmon for fishing in Sakhalin Region, *Rybn. Khoz.*, 2010, no. 5, pp. 57–61.

Kaev, A.M., Some population dynamics issues of pink salmon *Oncorhynchus gorbusha* temporal forms on Sakhalin and the southern Kuril Islands, *J. Ichthyol.*, 2019, vol. 59, no. 4, pp. 583–590. doi 10.1134/S003294521903007X

Kaev, A.M., Development of the pink salmon fishery in 2016 in the main areas of its reproduction in the Sakhalin Oblast, in *Byulleten' no. 11 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 11 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016, pp. 68–76.

Kaev, A.M. and Ignatiev, Yu.I., Plant growing of salmon in Sakhalin region, *Rybn. Khoz.*, 2007, no. 6, pp. 57–60.

Kaev, A.M. and Ignatyev, Yu.I., The progress of Pacific salmon hatchery culture in the Sakhalin-Kuril region and its importance for fishery, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 153, pp. 95–104.

Kaev, A.M., Safronov, S.N., Nikitin, V.D., Samarsky, V.G., and Semenchenko, A.Yu., Approaches to the creation of salmon fisheries protected areas in the Sakhalin region, in *Lososevyye rybokhozyaystvennyye zapovednyye zony na Dal'nem Vostoke Rossii* (Salmon fisheries protected areas in the Far East of Russia), Moscow: VNIRO, 2010, pp. 51–59.

Karpenko, V.I., Ranniy morskoy period zhizni tikhookeanskikh lososey (Early marine life of Pacific salmon), Moscow: VNIRO, 1998.

Romanchuk, E.D., The interaction of mixed populations of pink salmon of artificial and natural reproduction in the Sakhalin-Kuril basin, in *Sb. nauchn. dokl. rossiisko-am. konf. sokhraneniya lososevykh “Voprosy vzaimodeystviya estestvennykh i iskusstvennykh populyatsii lososei”* (Collect. Sci. Pap. Russ.-Am. Conf. Coserv. Salmonids “Issues of Interaction between Wild and Artificial Salmon Populations), Khabarovsk: Khabar. Otd. TINRO-Tsentra, 2000, pp. 96–102.

Rukhlov, F.N., Lyubaeva, O.S., and Khorevin, L.D., *Rezultaty issledovaniy effektivnosti raboty gorbushyevykh rybovodnykh zavodov v 1976–1980 godakh (svodnyy otchet)* (Results of research on the efficiency of pink salmon fish hatcheries in 1976–1980 (summary report)), Available from SakhNIRO, 1980, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 76080567, inv. no. 4682.

Rukhlov, F.N. and Shubin, A.O., On the commercial return of pink salmon of plant origin, in *Marikul'tura na Dal'nem Vostoke* (Marikultura in the Far East), Vladivostok: TINRO, 1986, pp. 3–12.

Stekol'shchikova, M.Yu., Some results of monitoring for the pink salmon hatchery stocks from the Aniva Bay (Sakhalin Island), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 183, pp. 51–60.

Stekol'shchikova, M.Yu. and Akinicheva, E.G., Some results of the study of the return of anivskaya pink salmon marked at hatchery in 2009–2011, in *Byulleten' no. 8 izucheniya tikhookean-*

skikh lososei na Dal'nem Vostokie (Bulletin No. 8 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2013, pp. 134–140.

Khorevin, L.D., The value of salmon breeding for maintaining their stocks in the Sakhalin region, in *Sistematika, biologiya i biotekhnika razvedeniya lososevykh ryb* (Systematics, biology and biotechnics of salmon breeding), St. Petersburg: GosNIORKh, 1994, pp. 204–206.

Shubin, A.O., On the methodology for assessing the efficiency of salmon breeding, in *Tret'ye Vses. soveshch. lososevidnym rybam "Sovremennoe sostoyanie issledovaniy lososevidnykh ryb"*, *Tezisy dokladov* (Proc. 3rd All-Sov. Meet. Salmonids "The Current State of Salmonid Research"), Tolyatti: Inst. Ekol. Volzhskogo Basseina Akad. Nauk SSSR, 1988, pp. 384–385.

Shubin, A.O., On the inapplicability of some options for amputation of fins as marks in juvenile salmon, in *Tezisy dokl. 3-y naucho-prakt. konf. "Itogi issledovaniy po voprosam ratsional'nogo ispol'zovaniya i ohrany vodnykh, zemel'nykh i biologicheskikh resursov Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov"* (Proc. 3rd Sci.-Pract. Conf. "Results of research on the rational use and protection of water, land and biological resources of Sakhalin and the Kuril Islands"), Yuzhno-Sakhalinsk, 1987, pp. 96–98.

Shuntov, V.P., Lapko, V.V., Balanov, A.A., and Startsev, A.V., Interannual changes in anadromous migrations of salmon in the waters of the Sakhalin-Kuril region, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1995, vol. 21, no. 2, pp. 116–124.

Shuntov, V.P., Radchenko, V.I., Lapko, V.V., and Poltev, Yu.N., Distribution of salmon in the waters of the Sakhalin-Kuril region during anadromous migrations, *Vopr. Ikhtiol.*, 1993, vol. 33, no. 3, pp. 348–358.

Akinicheva, E.G., Batyuk, J., Volobuev, V.V., and Fomin, E.A., Proposed Otolith Marks for Brood Year 2015 Salmon in Russia, *NPAFC Doc.*, 2015, no. 1566.

Akinicheva, E.G. and Volobuev, V.V., Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2010, *NPAFC Doc.*, 2010, no. 1273.

Akinicheva, E.G., Volobuev, V.V., and Fomin, E.A., Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2011, *NPAFC Doc.*, 2011, no. 1340.

Akinicheva, E.G., Volobuev, V.V., and Fomin, E.A., Marked salmon production by the hatcheries of Russia in 2012, *NPAFC Doc.*, 2012, no. 1400.

Akinicheva, E.G., Volobuev, V.V., and Fomin, E.A., Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2013, *NPAFC Doc.*, 2013, no. 1489.

Akinicheva, E.G., Volobuev, V.V., and Fomin, E.A., Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2014, *NPAFC Doc.*, 2014, no. 1553, rev. 1.

Akinicheva, E.G., Volobuev, V.V., Fomin, E.A., and Myakishev, M.S., Marked Salmon Production by the Hatcheries of Russia in 2015, *NPAFC Doc.*, 2016, no. 1630.

Hiroi, O., Historical trends of salmon fisheries and stock conditions in Japan, *NPAFC Bull.*, 1998, no. 1, pp. 23–27.

Secor, D.H., Dean, J.M., and Laban, E.H., *Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination*, Columbia: Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute, 1991.

Nagata, M., Miyakoshi, Y., and Kaeriyama, M., Conservation principles of natural spawning of salmonids in Hokkaido, Japan, *State of the Salmon, Conference 2010: Ecological interactions between Wild and Hatchery Salmon*, Portland, 2010. [<https://www.yumpu.com/en/document/view/32181406>]

Поступила в редакцию 15.12.2020 г.

После доработки 18.03.2021 г.

Принята к публикации 21.05.2021 г.