

**ВКЛАД ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА  
В ПРОМЫСЕЛ И ПОДДЕРЖАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ  
ПОПУЛЯЦИЙ ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*  
ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА В 2018 Г.**

© 2023 г. М.Ю. Стекольников (spin: 2546-2747),  
О.Н. Палькина, Ю.А. Батюк (spin: 5492-3797)

*Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института  
рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО), Россия, Южно-Сахалинск, 693023  
E-mail: m.stekolshikova@sakhniro.ru*

Поступила в редакцию 9.08.2023 г.

По результатам идентификации маркированных рыб в пробах из уловов в реках и побережье, рассчитаны доля горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, маркированной на ЛРЗ «Пугачёвский», «Бахура», «Анивский», в подходах к разным районам восточного побережья о. Сахалин в 2018 г. Оценены вероятная численность, коэффициенты возврата и промыслового изъятия маркированных рыб. Экстраполяция результатов исследования промыслово-биологических показателей маркированной горбуши на немеченую часть заводского стада позволяет считать, что общая численность возврата заводской горбуши в воды Восточного Сахалина составила в 2018 г. 1,5 млн экз. При этом в прибрежном промысле было добыто 0,8 тыс. т горбуши искусственного происхождения.

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

## ВВЕДЕНИЕ

Запас восточно-сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* формируется за счёт естественного воспроизводства и разведения на рыбоводных заводах (ЛРЗ). Большая часть рыбоводных предприятий сосредоточена на юго-восточном побережье острова и в зал. Анива. Доля молоди искусственного происхождения среди покатников горбуши этих районов ежегодно высока: в 2017 г. значение данного показателя составило 16,8% на юго-востоке Сахалина и 59,5% – в зал. Анива, а его средняя величина за предшествующие 20 лет соответственно 44,2 и 34,0%. Очевидно, что заводское стадо восточно-сахалинской горбуши имеет самостоятельное хозяйственное значение и его промыслово-биологические характеристики пред-

ставляют интерес при прогнозировании величины возможного вылова и разработке рекомендаций по организации промысла.

Не менее важной задачей является мониторинг присутствия заводских рыб на нерестилищах, позволяющий оценить вероятность возможных экологических и генетических рисков, связанных с деятельностью ЛРЗ. Многие исследователи небезосновательно считают, что у рыб, выращенных в условиях рыбоводного завода, хоминг может быть ослаблен (Labelle, 1992; Quinn, 1993; Hansen, Jonsson, 1994; Keefer, Caudill, 2014). Нарушение исторически сложившегося соотношения хоминга и стрейнга, вследствие более высокого уровня стрейнга заводских рыб, уже само по себе может приводить к отрицательным генетичес-

ким последствиям. Но, главным образом, негативные последствия стрейнга заводских рыб связаны со снижением показателей приспособленности и продукционных свойств природных популяции лососей вследствие уменьшения или увеличения генетического разнообразия по отношению к исторически сложившемуся оптимуму (Altukhov, Salmenkova, 1994).

Дифференцированное изучение диких и заводских рыб в подходах горбуши к восточному побережью о. Сахалин стало возможным с массовым внедрением методов отолитного маркирования. На постоянной основе работы по идентификации маркированных рыб в возврате проводятся с 2010 г. (Стекольщикова и др., 2011; Стекольщикова, Акиничева, 2013; Стекольщикова, 2015, 2021). Представленная статья является тематическим продолжением указанного цикла научно-исследовательских работ.

К сожалению, в программе мечения участвуют не все рыболовные предприятия, а их состав меняется. Так в 2017 г. маркированная молодежь горбуши была выпущена с 5 из 13 действующих на восточном побережье Сахалина рыболовных заводов по разведению горбуши, в количестве 41,1 млн экз. (34% от общего объема выпуска). Поэтому обобщающие оценки численности возврата заводской горбуши и вклада искусственного воспроизводства в промысел разных районов Восточного Сахалина характеризуются некоторой степенью неопределенности. В этом отношении материал, собранный в 2018 г., особенно интересен тем, что впервые позволяет описать особенности пространственного распределения горбуши, культивируемой на ЛРЗ, расположенных в самой северной части юго-восточного Сахалина.

Цель настоящей работы – изучить особенности биологии и промысла от-

дельных заводских стад горбуши, меченой методом отолитного маркирования, и на основе полученных данных оценить общий вклад рыболовных заводов в промысел и воспроизводство восточно-сахалинской горбуши в 2018 г.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основе настоящего исследования лежат результаты отолитного маркирования молодежи горбуши поколения 2016 г. и результаты идентификации маркированных рыб из промысловых уловов ставными неводами в прибрежье Восточного Сахалина и собственных исследовательских уловов в реках в 2018 г.

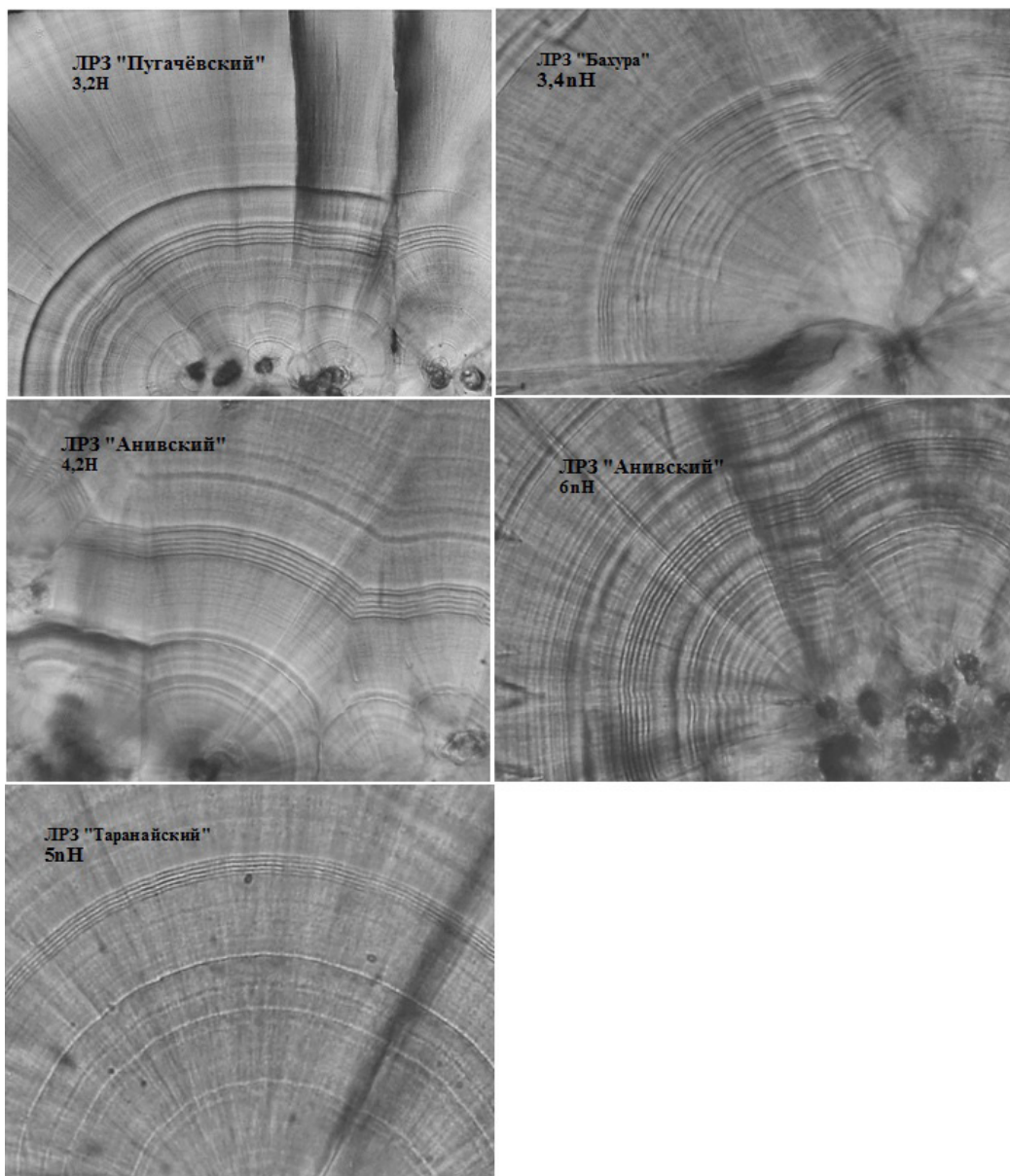
В таблице 1 и на рисунке 1 представлены результаты мечения молодежи горбуши на рыболовных заводах Восточного Сахалина, поскольку все обнаруженные в выборке маркированные производители горбуши имели местное происхождение.

Сбор отолитных проб осуществляли из промышленных уловов в прибрежье и исследовательских уловов в реках на 17 станциях (рис. 2) в период с 17 июля по 19 сентября 2018 г. Структура выборки представлена в таблице 2. В целом нами были приняты к расчётам результаты обработки 50 проб (объем выборки – 6469 экз.).

**Камеральная обработка проб.** Для подготовки отолитов к анализу микроструктуры использовали стандартные методики, применяемые в отолитометрических исследованиях, принятых в системе рыбохозяйственных институтов (Secor et al., 1991). Анализ микроструктуры проводили с помощью микроскопов Olympus BX51 при увеличении от  $\times 20$  до  $\times 50$ . Для фотографирования отолитов и оцифровки изображений использовали комплекс для анализа изображений на базе микроскопа Olympus BX51 с аналоговой камерой KY-F1030 и программным обеспечением Image-Pro Plus версии 4.5.

**Таблица 1.** Результаты маркирования молоди горбуши на рыбоводных заводах Восточного Сахалина в рыбоводном цикле 2016–2017 гг.

Наименование ЛРЗ	Выпуск молоди		Вид метки hath-code	Река выпуска
	всего, тыс. экз.	в т. ч. маркированной, %		
«Пугачёвский»	21647,3	34,6	3,2Н	р. Сенька (бас. р. Пугачёвка)
«Бахура»	11130,3	100	3,4 nН	р. Бахура
«Анивский»	20627,4	100	4,2Н, 6nН	р. Быстрая (бас. р. Лютога)
«Таранайский»	15495,6	9,5	5nН	р. Таранай



**Рис. 1.** Метки на отолитах молоди горбуши, выпущенной с рыбоводных заводов Восточного Сахалина в 2017 г.

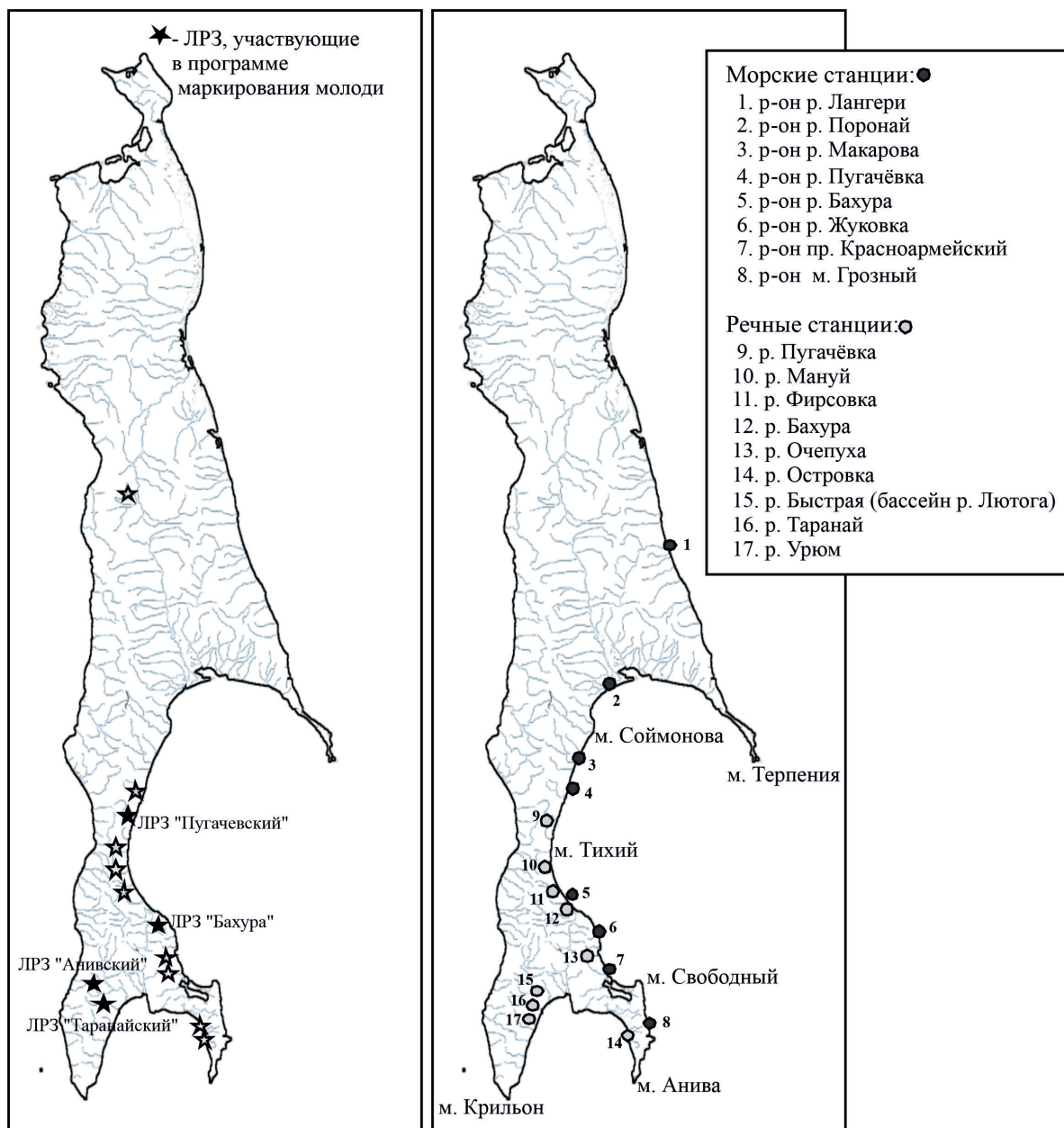


Рис. 2. Расположение рыбоводных заводов по воспроизводству горбуши и положение станций отбора проб на побережье Восточного Сахалина в 2018 г.

Таблица 2. Структура выборки

Район сбора материала	Месяц / декада							Итого
	июль		август			сентябрь		
	I	II	I	II	III	I	II	
северо-восточное побережье о. Сахалин	–	–	203	99	204	–	–	506
зал. Терпения	100	100	100	1369	318	60	–	2047
юго-восточное побережье о. Сахалин	–	99	400	1002	857	200	–	2558
зал. Анива	–	–	98	100	–	494	666	1358

**Расчёт численности возврата горбуши искусственного происхождения.**

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

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

где  $N_i$  – численность подходов (вылов + заход в реки) горбуши к участку побережья с равновероятной долей маркированных рыб в подходах, экз.;  $p_i p_i$  – доля маркированной горбуши в подходах, %;  $\sigma_i \sigma_i$  – стандартное отклонение для доли маркированной рыбы, %;  $n_i n_i$  – количество выборок.

При расчёте использовали допущение, что местоположение границ участков побережья, с равновероятной долей маркированных рыб в подходах, соответствовало таковым в предшествующие годы (табл. 3). При этом следует отметить, что результаты визуального анализа диаграмм рассеяния признака не противоречат выдвинутому предположению.

В тех случаях, когда сбором материала были охвачены не все участки побережья, в качестве ориентиров для расчётов применяли метод корректировки, основанный на использовании информации о характере распределения маркированных рыб в годы, когда пробы отбирали повсеместно.

Доля маркированной горбуши в подходах рассчитана на основе трендов, или при их отсутствии, как среднеарифметическое. При этом речные и морские выборки были объединены в одну на основании результатов проверки нулевой гипотезы с использованием тестовой статистики Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ).

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

$$\bar{p}_E \approx \check{p}_E = a + b \sum_{k=1}^K (5k - 2) \check{w}_k,$$

где  $aa$  и  $bb$  – коэффициенты, характеризующие отсекаемый отрезок на оси ординат и наклон тренда соответственно;  $\check{w}_k = \sum_{t=5k-4}^{5k} w_t$  – заход за  $kk$ -тую пятидневку  $w_t w_t$  – тую пятидневку

**Таблица 3.** Границы участков побережья с равновероятной долей маркированных рыб в подходах горбуши

N	ЛРЗ западного побережья зал. Терпения*	ЛРЗ юго-восточного побережья	ЛРЗ восточного побережья зал. Анива	ЛРЗ северо-западного побережья зал. Анива
1	м. Соймонова – р. Пугачёвка	м. Соймонова – м. Тихий	м. Соймонова – м. Тихий	м. Соймонова – м. Тихий
2	р. Пугачёвка – р. Мануй	м. Тихий – м. Свободный	м. Тихий – м. Анива	м. Тихий – м. Анива
3	р. Мануй – р. Игривая	м. Свободный – м. Крильон	м. Анива – р. Игривая	м. Анива – р. Лютога
4	–	–	р. Игривая – м. Крильон	р. Лютога – м. Крильон

\*Примечание: границы районов с равновероятной долей рыб, маркированных на ЛРЗ западного побережья зал. Терпения, выделены путём визуального анализа диаграмм рассеяния признака.

статистические веса, равные отношению соответствующих захода или вылова за пятидневку к их сумме.

При отсутствии тренда, долю маркированной горбуши в подходах рассчитывали, как среднее арифметическое.

Численность рыб в промысловых уловах рассчитана на основе статистических данных по биомассе вылова и навескам рыб, определяемым при выполнении биологических анализов. Используемые для расчёта средневзвешенные по динамике подходов значения массы тела горбуши представлены в таблице 4.

Расчёт суммарного захода производителей горбуши в реки проводили на основании данных о площади нерестового фонда района и средней плотности скоплений рыб на нерестилищах обследованных рек.

Численность возврата всей заводской горбуши рассчитана как сумма маркированных и немеченых рыб. Расчёт численности последних производился путём умножения количества выпущенной молоди на среднее значение коэффициента возврата маркированных рыб.

Численность горбуши разного географического происхождения (выделено 4 группы ЛРЗ (табл. 5)) в подходах к разным участкам побережья Восточного Сахалина рассчитана на основе оценки процентного распределения возврата маркированных рыб.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате анализа микроструктуры отолитов 6469 экз. горбуши из промышленных и исследовательских уловов в прибрежье и реках разных районов Восточного Сахалина в 2018 г. были идентифицированы рыбы, маркированные на ЛРЗ «Пугачёвский», «Бахура», «Анивский», «Таранайский». Всего обнаружено 343 экз. маркированной горбуши, из них 135 особей (2,1% от объёма выборки) с меткой ЛРЗ «Пугачёвский», 57 особей (0,9%) – с меткой ЛРЗ «Бахура», 149 экз. горбуши (2,3%) – с меткой ЛРЗ «Анивский» и 2 особи, маркированные на ЛРЗ «Таранайский». Низкая встречаемость в пробах горбуши с меткой ЛРЗ «Таранайский» обусловлена ограниченным количеством молоди

**Таблица 4.** Показатели средней массы тела горбуши из уловов в реках и прибрежье Восточного Сахалина в 2018 г.

Район промысла	м. Соймонова–м. Тихий	м. Тихий–м. Анива	м. Анива–м. Крильон
Масса тела, кг	1,07	1,08	1,07

**Таблица 5.** Объёмы выпуска молоди горбуши с рыбозаводов, действующих в разных районах Восточного Сахалина, в 2017 г.

Район расположения ЛРЗ	Количество молоди, тыс. экз.		
	маркированная	немеченая	всего
западное побережье зал. Терпения	7500,0	19393,8	26893,8
юго-восточное побережье Сахалина	11130,3	25773,1	36903,4
восточное побережье зал. Анива	0	20023	20023,0
северо-западное побережье зал. Анива	22104,9	14185	36289,9
<b>Итого</b>	40735,2	79374,9	120110,1

(1,5 млн экз.), маркированной в рыболовном цикле 2016–2017 гг.

**Особенности пространственного распределения и численности возврата горбуши, маркированной на ЛРЗ «Пугачёвский».** Горбуша, маркированная на ЛРЗ «Пугачёвский», облавливалась промыслом и зашла в реки на участке побережья Восточного Сахалина от м. Соймонова до м. Анива, а также была обнаружена в пробах из уловов в р. Островка (зал. Анива). Исходя из ранее выявленных закономерностей пространственного распределения маркированных рыб разного географического происхождения, можно предположить, что горбуша с ЛРЗ «Пугачёвский» зашла и в другие реки восточного побережья зал. Анива.

Как и следовало ожидать, наибольшее количество рыб с метками ЛРЗ «Пугачёвский» представлено в пробах из уловов в реках и побережье в районе расположения рыболовного завода (участок побережья от р. Пугачёвка до р. Мануй). На протяжении нерестового хода горбуши, доля маркированных рыб в пробах, отобранных на данном участке, варьировалась в пределах 2,0–14,0%, тогда как в сопредельных районах не превышала 4,4% (рис. 3).

Отмечен сходный характер изменений доли маркированных рыб в рядах последовательных проб из уловов на участках м. Соймонова – р. Пугачёвка и р. Пугачёвка – р. Мануй. Горбуша с метками ЛРЗ «Пугачёвский» стала встречаться в уловах с третьей пятидневки августа. Наиболее высокие значения показателя были зафиксированы в третьей, четвертой пятидневках августа, а уже с начала третьей декады месяца наблюдалось снижение доли маркированных рыб в подходах. На участке южнее р. Мануй динамика встречаемости рыб с метками ЛРЗ «Пугачёвский» в целом соответствовала описанной выше,

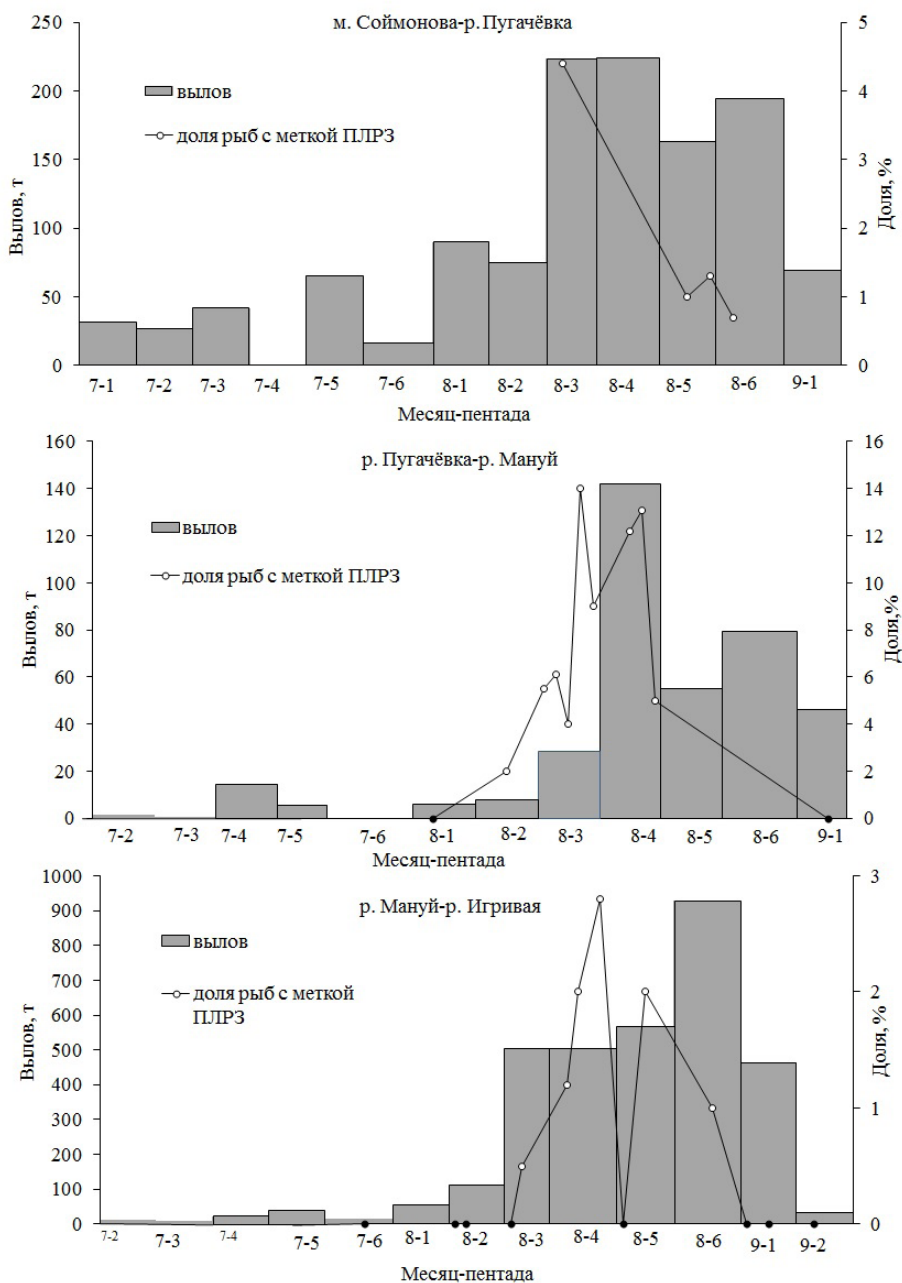
но её пик был смещен на четвертую, пятую пятидневки августа.

Для лучшего понимания динамики рассматриваемого показателя следует отметить, что в рыболовном цикле 2016–2017 гг. были маркированы рыбы из первых партий, заложенных на инкубацию в период с 5 по 12 сентября, тогда как сбор икры продолжался до 20 сентября. Ранее нами было показано, что, несмотря на то, что рыбы из каждой партии встречаются в уловах на протяжении всей нерестовой миграции, массовый ход рыб отдельных партий, а вернее групп партий, близких по срокам закладки, смещён относительно друг друга (Стекольников, Акинничева, 2013). Относительно низкая встречаемость горбуши, маркированной на ЛРЗ «Пугачёвский», в уловах в третьей декаде августа и в сентябре, в то время, когда доля заводских рыб в уловах, как правило, наиболее высока, связана с завершением хода горбуши из партий ранних сроков закладки икры.

Доля маркированной горбуши в общем вылове на участках от м. Соймонова до р. Мануй (табл. 6) рассчитана как средняя арифметическая взвешенная из частных средних за отдельные периоды (в качестве весов выступает вылов за период). Поскольку в 2018 г. в данном районе регулирование промысла режимом проходных дней не осуществлялось, динамика уловов ставных неводов отражает динамику хода горбуши в реки района.

Таким образом, долю маркированных рыб в прибрежном вылове и заходе в реки правомочно считать равной.

По нашим оценкам, доля маркированной горбуши в промышленных уловах и заходе в реки на участке севернее р. Пугачёвка в начале её нерестовой миграции (вторая пятидневка августа) могла составлять, а в конце хода (третья



**Рис. 3.** Динамика вылова горбуши и встречаемость рыб с меткой ЛРЗ «Пугачёвский» в разных районах Восточного Сахалина в 2018 г. (чёрным цветом выделены нулевые значения).

декада августа) и составляла 1,0%; в период массового хода (вторая декада августа) – 4,4%. На участке от р. Пугачёвка до р. Мануй нерестовый ход маркированной горбуши мог быть смещён на несколько дней на более поздние сроки относительно северного участка. Средняя доля меченых рыб в уловах в конце второй – начале третьей пятидневок

августа составила 4,4%, в конце второй, начале третьей пятидневок августа – 12,1%, в третьей декаде августа – сентябре – 2,5%.

В отношении участка от р. Мануй до р. Игривая более корректным представляется проводить расчёт доли меченых рыб в вылове и заходе в реки по формуле средней арифметической простой.



**Таблица 6.** Расчёт численности возврата горбуши поколения 2016 г., маркированной на ЛРЗ «Пугачёвский», ± m

Район		Возврат горбуши			
		общий		маркированной	
		т	экз.	доля, %	экз.
м. Соймонова–р. Пугачёвка	вылов в прибрежье	1216,844	1137237	1,8	20470
	заход в реки*		764819		13767
р. Пугачёвка–р. Мануй	вылов в прибрежье	387,006	360728	6,8	24530
	заход в реки		130884		8900
	р. Пугачёвка		485682		33026
р. Мануй–р. Игривая	вылов в прибрежье	4392,106	4067836	0,8±0,28	32543
	заход в реки		2028631		16229
<b>Всего</b>					149465

\*Примечание: здесь и далее под заходом понимается количество рыб, прошедших на нерестилища, а также добытых в промышленных, рыбоводных и научных целях.

В целом численность возврата горбуши поколения 2016 г., маркированной на ЛРЗ «Пугачёвский», оценена нами в 148,2 тыс. экз. (элементы расчёта представлены в табл. 6), при этом выживаемость заводской горбуши в течение морского периода жизни составила 2,0%. Большая часть рыб этого стада, порядка 65%, была выловлена в прибрежье и зашла в реки зал. Терпения.

**Особенности пространственного распределения и численности возврата горбуши, маркированной на ЛРЗ «Бахура».** Горбуша с меткой ЛРЗ «Бахура» была обнаружена в пробах из прибрежных и речных уловов на участке Восточного Сахалина от м. Тихий до р. Островка. По аналогии прошлых лет принято, что южная граница распространения рыб проходила в нескольких километрах восточнее р. Островка – по р. Игривая.

В исследовательских уловах горбуши в базовой реке рыбоводного завода маркированные рыбы впервые были обнаружены 6 августа, однако в дальнейшем, вплоть до пятой пятнадцатидневки этого месяца, встречались в пробах не ре-

гулярно, а их число не превышало 2 экз. Следует отметить, что подходы горбуши в р. Бахура в течении июля исчислялись несколькими сотнями, а в первой половине августа – несколькими тысячами особей. В пробах, отобранных в течение этого периода из уловов ставных неводов и в реках на участке от м. Тихий до м. Свободный, маркированные рыбы не обнаружены (рис. 4).

В третьей декаде августа произошло незначительное увеличение доли заводских рыб в подходах горбуши в р. Бахура: до 5–7%. Горбуша с меткой ЛРЗ «Бахура» стала встречаться и в пробах из прибрежных уловов и в реках района. Доля маркированных рыб варьировалась от 2,0 до 3,2% и в среднем составила 2,8%. В целом же доля ЛРЗ «Бахура» в подходах к участку побережья от м. Тихий до м. Свободный оценена нами в 1,7%.

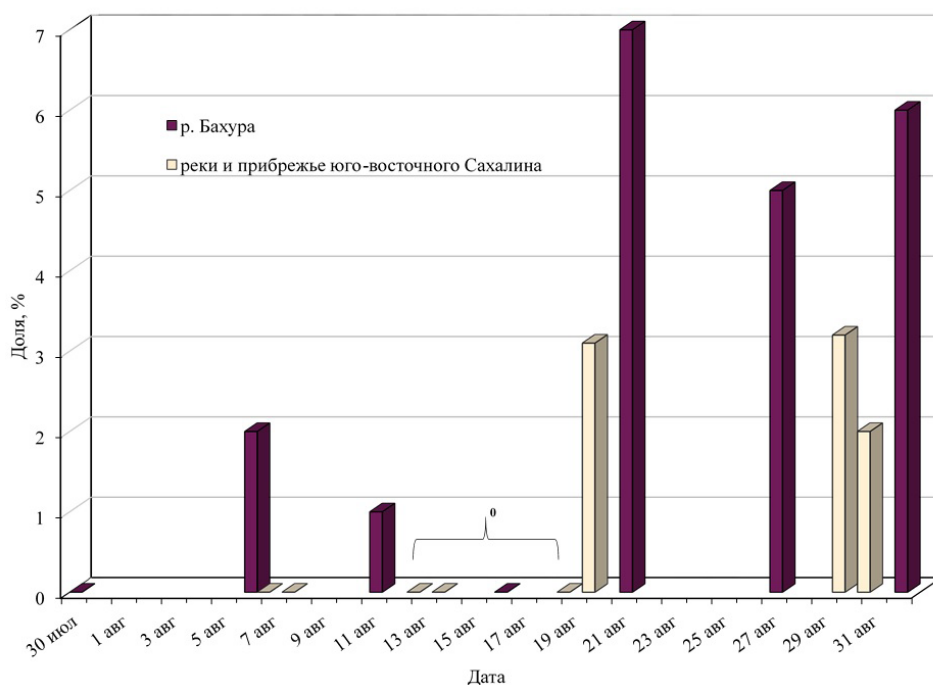
В уловах на участке южнее: от м. Свободный до м. Анива, а также на восточном побережье зал. Анива, горбуша с меткой ЛРЗ «Бахура» встречалась раньше. В августовских пробах, первая из которых была отобрана 7 августа, доля за-

водских рыб оставалась постоянной и составила 1%. В единственной пробе, отобранной в первой пятидневке сентября, число маркированных рыб оказалась выше, достигнув 3%.

Элементы расчёта численности возврата горбуши поколения 2016 г., выпущенной с ЛРЗ «Бахура», представлены в таблице 7.

При величине возврата 104,4 тыс. экз. выживаемость горбуши данного стада в морской период жизни составила 0,9%.

Несмотря на меры по регулированию промысла введением проходных дней в пределах всего исследуемого района, в р. Бахура зашло всего 3–4% от численности возврата горбуши, выпущенной с рыбоводного завода, действую-



**Рис. 4.** Частота встречаемости рыб с меткой ЛРЗ «Бахура» в пробах, отобранных из уловов горбуши в реках и побережье юго-восточного Сахалина на участке м. Тихий – м. Свободный в 2018 г., (%).

**Таблица 7.** Расчёт численности возврата горбуши поколения 2016 г., маркированной на ЛРЗ «Бахура», ± m

Район		Возврат горбуши			
		общий		маркированной	
		т	экз.	доля, %	экз.
м. Тихий–м Свободный	вылов в побережье	1968,554	1822735	1,7±0,38	30986
	заход в реки		1901200		32320
	р. Бахура		66557	5,3±1,11	3528
м. Свободный–р. Игривая	вылов в побережье	2534,492	2347823	1,5±0,5	35217
	заход в реки		156325		2345
<b>Всего</b>					<b>104396</b>

ющего в бассейне данной реки. Еще порядка 35% от числа вернувшихся рыб прошло на нерестилища «диких» рек, преимущественно на юго-востоке острова. Остальная часть нерестового стада была выловлена в прибрежье.

**Особенности пространственного распределения и расчёт численности возврата горбуши, маркированной на ЛРЗ «Анивский».** Район встречаемости горбуши, маркированной на ЛРЗ «Анивский», в целом совпадал с установленными для других изучаемых нами стад горбуши, но простирался шире. Рыбы с метками этого рыбного завода были обнаружены в пробах, отобранных на граничной станции на восточном побережье зал. Анива (р. Урюм), примерно в 30 км восточнее базовой реки ЛРЗ. По нашим представлениям граница встречаемости горбуши, культивируемой на ЛРЗ «Анивский», проходила как минимум ещё на 60 км восточнее – в районе м. Крильон.

В прибрежных уловах горбуши на участке от м. Соймонова до м. Анива рыбы с метками ЛРЗ «Анивский» присутствовали как минимум с 30 июля. Доля заводских рыб в последовательных пробах варьировалась от 0 до 6% без чётко выраженной тенденции. В отличие от предшествующих лет, в данном году показатели встречаемости горбуши с меткой ЛРЗ «Анивский» в пробах, отобранных из уловов в прибрежье и реках зал. Терпения и на юго-востоке Сахалина, достоверно не различались (рис. 5). Однако расчёт численности возврата «анивской» горбуши выполнен по традиционной схеме.

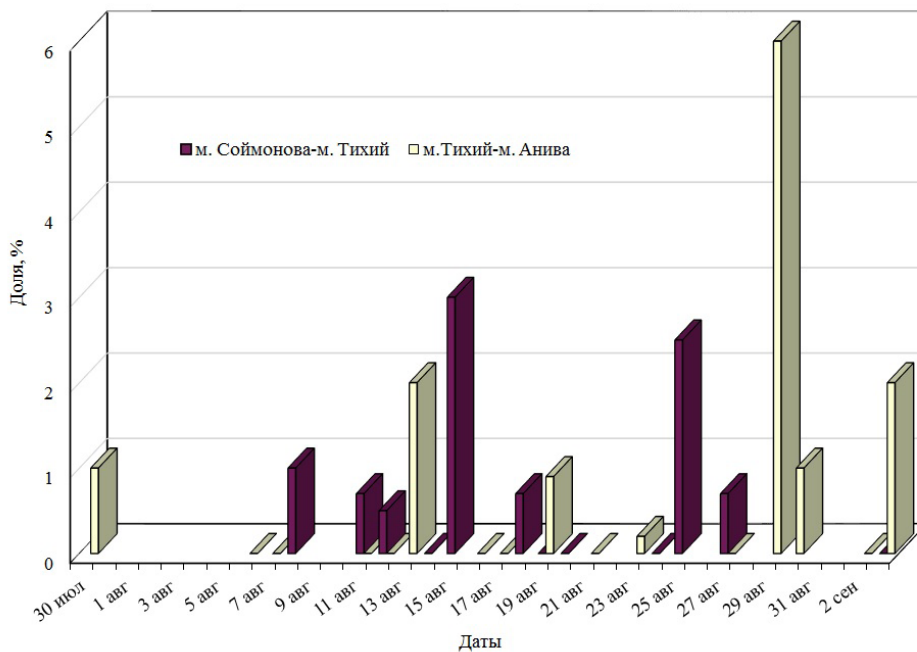
Основные подходы горбуши в зал. Анива в 2018 г. наблюдались в конце августа-первой декаде сентября. Промысел горбуши в зал. Анива осуществлялся преимущественно в эти сроки. Основной объём материала для идентификации маркированной горбуши так-

же был собран в данный период. Помимо базовой реки рыбного завода (р. Быстрая, бас. р. Лютога), пробы горбуши были отобраны из уловов ещё в нескольких реках зал. Анива: Островка, Таранай, Урюм. Несмотря на то, что вследствие ограниченного количества точек сбора материала оценка численности возврата заводской горбуши в зал. Анива не может быть выполнена с желаемой точностью, имеющиеся данные позволяют произвести ориентировочный расчёт этого показателя.

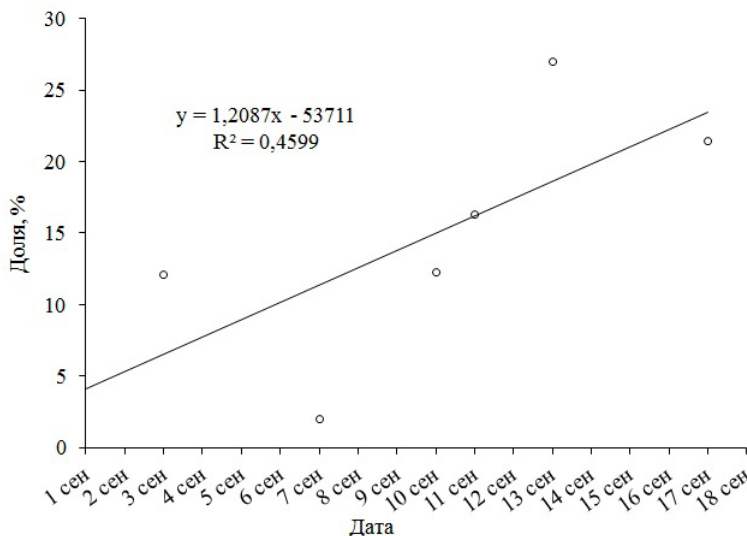
Исследования встречаемости горбуши с меткой ЛРЗ «Анивский» в прибрежье и реках зал. Анива, выполненные в 2010–2013 гг., показали, что соотношение численности диких и заводских рыб в р. Лютога соответствует доле заводских рыб в уловах восточного побережья залива, а в р. Таранай – западного побережья. Величина же стрейнга горбуши искусственного происхождения в пределах бассейна р. Лютога составляла порядка 10% (Стеколыщикова, Акиничева, 2013).

В 2018 г. в р. Быстрая зашло 28,2 тыс. производителей горбуши. Практически все они, за исключением 1 тыс. особей, были выловлены для целей рыбного завода. Большая часть рыб подошла к «забойке» рыбного завода 29 августа. Ввиду низких подходов горбуши, не обеспечивающих полное освоение производственных мощностей ЛРЗ, пробы горбуши отбирали после сбора икры. Поскольку производители концентрировались и какое-то время выдерживались возле рыбозаградительного сооружения, соотнести отобранных рыб со сроками подхода весьма проблематично.

В связи с этим, несмотря на увеличение числа маркированных рыб в ряду последовательно отобранных проб (рис. 6), расчёт их доли в заходе горбуши в р. Быстрая выполнен по формуле средней арифметической простой. Дан-



**Рис. 5.** Частота встречаемости рыб с меткой ЛРЗ «Анивский» в пробах, отобранных из уловов горбуши в реках и прибрежье различных районов Восточного Сахалина в 2018 г., %.



**Рис. 6.** Частота встречаемости рыб с меткой ЛРЗ «Анивский» в пробах, отобранных из уловов горбуши в р. Быстрая в 2018 г.

ный показатель составил 15,2%, а численность возврата горбуши искусственного происхождения – 4,3 тыс. экз. Численность возврата горбуши с меткой ЛРЗ «Анивский» в бассейн р. Лютога в целом оценена в 4,8 тыс. экз. (4,4% от общей величины захода).

Расчёт численности возврата горбуши поколения 2016 г., маркированной на ЛРЗ «Анивский», представлен в таблице 8. Вероятный возврат горбуши, обеспеченный выпуском 20627,4 тыс. экз. молоди, составил 117,9 тыс. рыб, коэффициент возврата – 0,6%.

**Таблица 8.** Расчёт численности возврата горбуши поколения 2016 г., маркированной на ЛРЗ «Анивский», ± m

Район		Возврат горбуши			
		общий		маркированной	
		т	экз.	доля, %	экз.
м. Соймонова–м. Тихий	вылов в прибрежье	1492,91	1395243	0,7±0,27	9767
	заход в реки		1296567		9076
м. Тихий– м. Анива	вылов в прибрежье	4379,291	4054899	0,8±0,68	32439
	заход в реки		1967757		15742
м. Анива–р. Лютога	вылов в прибрежье	123,755	115659	4,4	5089
	заход в реки		217625		9576
	р. Лютога		160312		7054
р. Лютога–м. Крильон	вылов в прибрежье	44,625	41705	3,2±0,88	1335
	заход в реки		870467		27855
<b>Всего</b>					117933

Полученные нами данные позволяют заключить, что прибрежным промыслом было изъято порядка 41% возврата горбуши, культивируемой на ЛРЗ «Анивский». Большая часть вылова пришлась на юго-восточное побережье Сахалина непосредственно в зал. Анива было добыто всего 13% от общего объёма.

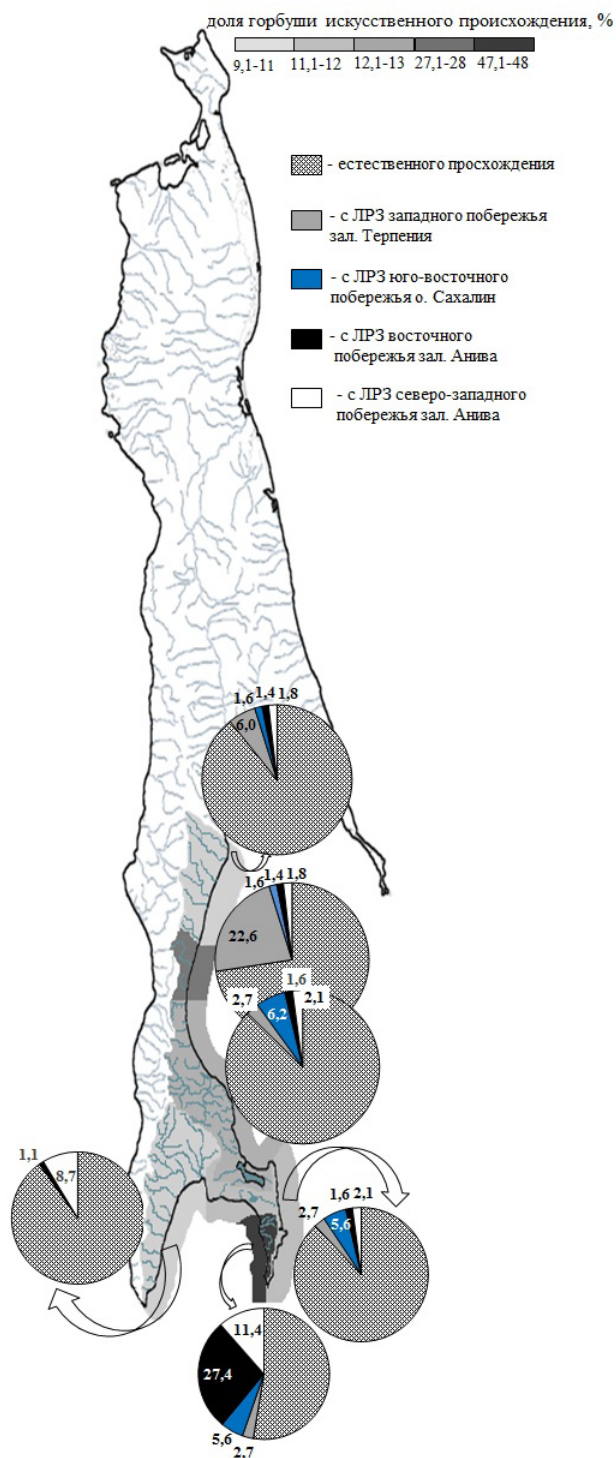
Численность рыб с метками ЛРЗ «Анивский», зашедшей в базовую реку рыбоводного завода, составила менее 5% от общей величины возврата горбуши данного стада. Однако есть все основания полагать, что значительная часть «анивской» горбуши отнерестилась на естественных нерестилищах многочисленных рек западного побережья зал. Анива.

**Оценка вклада искусственного воспроизводства в промысел и формирование запаса восточно-сахалинской горбуши.** В 2017 г. в близлежащих к Сахалину регионах молодёжь горбуши (28,8 млн экз.) маркировали только на рыбоводных заводах о. Хоккайдо (Tojima et al., 2018), которые в наших выборках не обнаружены. Авторы счи-

тают, что заводская составляющая возврата горбуши к восточному побережью о. Сахалин была представлена исключительно местными рыбами. Свидетельством к тому являются результаты комплексного анализа склеритограмм чешуи и данных по формированию численности, динамике уловов, биологическим показателям горбуши на о. Итуруп и юго-восточном побережье о. Сахалин, позволившие признать предположение о возможном перераспределении горбуши между этими районами в 2018 г. несостоятельным (Каев и др., 2020).

Результаты идентификации маркированных рыб из уловов в водах Восточного Сахалина в 2018 г. позволяют заключить, что район встречаемости горбуши искусственного происхождения был ограничен его южной частью (юго-восточное побережье острова и зал. Анива). Возврат горбуши к данному району составил 10,1 млн экз., из них, по оценке авторов, 1,5 млн экз. имели искусственное происхождение.

Заводские рыбы встречались в подходах как минимум с третьей декады



**Рис. 7.** Соотношение рыб разного происхождения в вылове и заходе горбуши в реки разных районов Восточного Сахалина в 2018 г.

июля. Как и в предыдущие годы распространение горбуши локальных стад не было ограничено районом действия ЛРЗ. Мы можем утверждать, что в 2018 г. в уловах ставных неводов вдоль всего побережья юго-восточного Сахалина и восточного побережья зал. Анива присутствовала горбуша со всех рыболовных заводов Восточного Сахалина. Кроме того, имел место её стрейнг в реки означенного района.

Вероятная доля рыб искусственного происхождения в прибрежном вылове и заходе горбуши в реки разных районов Восточного Сахалина показана на рисунке 7.

Ранее нами неоднократно указывалось, что наиболее высокая концентрация заводских рыб в прибрежных водах отмечается в районе м. Анива–р. Игривая. Согласно нашим оценкам, в 2018 г. около 50% рыб в уловах этого участка имели искусственное происхождение. Организация отолитного маркирования рыболовной продукции на ЛРЗ «Пугачёвский» в 2017 г. и последующие исследования характера распределения маркированных рыб позволили выделить ещё один участок с высокой плотностью заводской горбуши в подходах: от р. Пугачёвка до р. Мануй. Доля заводских рыб в вылове этого участка составила 27,4%. Большая часть заводской горбуши в уловах обоих участков была представлена рыбами с местных рыболовных заводов. Доля транзитных рыб в вылове северного участка не превышала 5%, южного – 20%. Численность горбуши разного географического происхождения в уловах на юго-востоке острова, напротив, оказалась соотносима, с незначительным преобладанием рыб местных стад.

В целом вклад искусственного воспроизводства в общий объём прибрежного вылова горбуши восточного Сахалина составил 0,8 тыс. т. Большая часть

заводской горбуши, в результате массового стрейнга зашла в реки южной части острова. Промышленный вылов горбуши в реках осуществлялся только в случаях, когда существовала угроза перезаполнения нерестилиц. Доля речных уловов (с учётом объёмов, добытых в научно-исследовательских целях и для аквакультуры) в общем объёме вылова составила менее 10%, из них горбуши искусственного происхождения – менее 1,5%. Таким образом, большая часть заводских рыб прошла на естественные нерестилища.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты идентификации горбуши, меченой методом отолитного маркирования, из уловов в прибрежье и реках Восточного Сахалина в 2018 г., в совокупности с результатами других исследований (Каев и др., 2020), позволяют считать, что в подходах присутствовали только рыбы местного происхождения.

Горбуша со всех рыбоводных заводов, участвующих в программе маркирования молоди, встречалась в водах южной части Восточного Сахалина повсеместно, за исключением западной части зал. Анива, где были обнаружены только рыбы с метками «анивских» ЛРЗ. Вместе с тем пространственное распределение горбуши разного географического происхождения имело свои особенности. Порядка 70% от общей численности возврата горбуши с метками ЛРЗ «Пугачёвский», подошло к западному побережью зал. Терпения, т.е. в зону действия рыбоводного завода. Остальная часть стада была выловлена прибрежным промыслом на путях миграций к базовой реке ЛРЗ и зашла в реки транзитных районов. Тогда как в случае горбуши, выпущенной с ЛРЗ «Анивский» (западное побережье зал. Анива), ситуация была обратно пропорциональной. В этом отношении гор-

буша юго-восточного побережья острова занимает промежуточное положение. Судя по полученным данным, в 2018 г. горбуша подходила в район широким фронтом, ядро которого было смещено в северном направлении.

Исходя из значений коэффициента промыслового изъятия, рассчитанных для горбуши, культивируемой на ЛРЗ «Пугачёвский» (51,9%) «Бахура» (63,4%), «Анивский» (41,2%), следует, что распределение промысловой нагрузки на локальные стада разных районов воспроизводства было неравномерным. Наиболее высокой оказалась степень использования нерестового запаса горбуши, выпущенной с рыбоводных заводов юго-восточного Сахалина. По-видимому, благодаря такой мере, как сокращение длины ставных неводов в зал. Анива, более половины нерестового запаса местного стада горбуши было выведено из-под промыслового пресса.

Несмотря на сравнительно низкое изъятие промыслом, в базовые реки ЛРЗ «Бахура» и «Анивский» зашло менее 5% от численности возврата заводских стад. Значительная часть заводских рыб прошла на нерестилища рек района, не затронутых искусственным воспроизводством. В случае с горбушей, культивируемой на ЛРЗ «Пугачёвский» (расположен в северной части исследуемого района), данный показатель был выше и составил 22%. Вероятно, уровень стрейнга, горбуши локальных стад зависел, в том числе, и от протяжённости путей миграции в прибрежных водах.

Экстраполяция результатов исследования промыслово-биологических показателей маркированной горбуши на немеченую часть стада позволяет считать, что общая численность возврата заводских рыб в воды Восточного Сахалина в 2018 г. составила 1,5 млн экз., из них 0,8 млн рыб (0,8 тыс. т) было вылов-

лено морским промыслом. В границах района встречаемости доля заводской горбуши в вылове разных участков прибрежья варьировала в пределах 10–13%, за исключением двух весьма ограниченных по протяжённости участков, где данный показатель был выше. В целом доля рыб искусственного происхождения в вылове горбуши в прибрежье южной части Восточного Сахалина оценена в 14,3%. Еще порядка 90 т заводской горбуши, главным образом в рыбоводных целях, было добыто в реках района.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А. Сравнительная характеристика роста чешуи у горбуши из возвратов на острова Сахалин (юго-восточное побережье) и Итуруп в 2017 и 2018 гг. // Известия ТИНРО. 2020. Т. 200. № 4. С. 809–818.
- Стекольников М.Ю. Пространственное распределение и межгодовая изменчивость уловов горбуши искусственного происхождения в водах восточного побережья о. Сахалин в современный период // Известия ТИНРО. 2021. Т. 201. С. 484–504.
- Стекольников М.Ю. Некоторые результаты мониторинга заводских стад горбуши зал. Анива (о. Сахалин) // Известия ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 51–60.
- Стекольников М.Ю., Акиничева Е.Г. Некоторые результаты изучения возврата анивской горбуши, маркированной на ЛРЗ в 2009–2011 гг. // Бюл. № 8 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-центр, 2013. С. 121–126.
- Стекольников М.Ю., Акиничева Е.Г., Каев А.М. Первые результаты идентификации горбуши заводского происхождения в возврате в зал. Анива в 2010 г. // Бюл. № 6 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. С. 103–105.
- Altukhov Y.P., Salmenkova E.A. Straying intensity and genetic differentiation in salmon populations. // Aquacult Fish Manage. 1994. V. 25. Suppl. 2. P. 99–120.
- Hansen L.P., Jonsson B. Homing of Atlantic salmon: effects of juvenile learning on transplanted post-spawners // Anim. Behav. 1994. V. 47. P. 220–222.
- Keefer M.L., Caudill C.C. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates // Rev Fish Biol Fisheries. 2014. V. 24. P. 333–368.
- Labelle M. Straying patterns of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) stocks from southeastern Vancouver Island, British Columbia // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1992. V. 49. P. 1843–1855.
- Quinn T.P. A review of homing and straying of wild and hatchery-produced salmon // Fisheries Research. 1993. V. 18. P. 29–44.
- Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination // Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute. Columbia, 1991. 85 p.
- Stabell O.B. Homing and olfaction in Salmonids: a critical review with special reference to the Atlantic salmon // Biol. Rev. 1984. V. 59. P. 333–388.
- Tojima T., Kuwaki M., Urawa S. Releases of otolith marked salmon from Japan between summer of 2016 and spring of 2017. NPAFC Doc. 1763. 2018. 18 p. (<https://www.npafc.org>).



**THE CONTRIBUTION OF ARTIFICIAL REPRODUCTION  
TO THE FISHERY AND MAINTENANCE OF NATURAL  
POPULATIONS OF PINK SALMON *ONCORHYNCHUS  
GORBUSCHA* IN EASTERN SAKHALIN IN 2018**

© 2023 г. М.Ю. Stekolshchikova, O.N. Palkina, Yu.A. Batyuk

*Sakhalin branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,  
Russia, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023*

Based on the results of identification of marked fish in samples from catches in rivers and coastal areas, the proportion of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* marked at the hatchery «Pugachevsky», «Bakhura» and «Anivsky» in approaches to different areas of the eastern coast of Sakhalin Island was calculated probable abundance, survival rates and indexes commercial removals of marked fish in 2018. Extrapolation of the results of the study of commercial and biological indicators of marked pink salmon to the unmarked part of the factory herd allows us to consider that the total number of returns of factory pink salmon to eastern Sakhalin waters in 2018 amounted to 1,5 million fish. The coastal fishery was catch 0,8 thousand tons of pink salmon of artificial reproduction.

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