



Научная статья / Original article
УДК 597.552.511:639.3(282.257.41)
doi:10.15853/2072-8212.2025.79.5-28
EDN: ZUAIBU



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЗАВОДСКИХ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ Р. БОЛЬШОЙ (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА)

Бугаев Александр Викторович, Растягаева Надежда Алексеевна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, a.bugaev@kamniro.vniro.ru, n.rastyagaeva@kamniro.vniro.ru

Аннотация. В результате проведенной работы было оценено состояние запасов заводских тихоокеанских лососей, воспроизводящихся на ЛРЗ «Малкинский» («тепловодный») и «Озерки» («холодноводный»). Среднемноголетний объем выпуска молоди по данным 2001–2025 гг. составил: ЛРЗ «Малкинский»: нерка — ~0,7 млн рыб, чавыча — ~0,9 млн рыб; ЛРЗ «Озерки»: нерка — ~11,7 млн рыб, кета — ~2,5 млн рыб. Среднемноголетние оценки возвратов (подходов) заводских производителей в р. Большой по данным 2010–2024 гг. соответствовали следующим показателям: нерка — 52,40 млн рыб, чавыча — 0,98 млн рыб, кета — 21,10 млн рыб. Их долевого вклад в общую структуру запасов (дикие и заводские рыбы) указанных видов тихоокеанских лососей составил: нерка — 8,1%, чавыча — 13,4%, кета — 3,9%. Динамика численности подходов заводских тихоокеанских лососей р. Большой в 2010–2024 гг. относительно стабильная. Отмечаются слабо выраженные тренды увеличения численности подходов чавычи и нерки. У кеты, наоборот, наблюдается незначительный тренд на снижение уровня подходов. Сравнительная оценка эффективности работы ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» в отношении нерки показала высокий уровень возвратов производителей вида для «тепловодного» завода. Среднемноголетние коэффициенты возвратов (КВ) нерки по данным 2007–2020 гг. имели следующие показатели: ЛРЗ «Малкинский» — 5,57%, ЛРЗ «Озерки» — 0,14%. Показатели КВ для чавычи и кеты составили 0,11% и 0,88% соответственно. Уровень искусственного воспроизводства в бассейне р. Большой превысил 5%-й порог, который принят на международном уровне в качестве допустимого для водных объектов, где осуществляется естественное воспроизводство лососевых запасов. Это указывает на категорический запрет на потенциальное строительство новых ЛРЗ в данном водоеме. Кроме того, полученные многолетние показатели КВ для «холодноводного» ЛРЗ «Озерки» на уровне 0,1–0,9% указывают на нерентабельность искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей для данного типа заводов в пределах Камчатского края.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, искусственное воспроизводство, лососевый рыболовный завод, отолитное мечение, идентификация происхождения, коэффициент возврата

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Благодарности: Авторы выражают благодарность сотрудникам Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО): заведующему сектором Н.Б. Артюхиной, ведущему специалисту В.Н. Баяевой и старшему специалисту Н.Н. Ромаденковой за подготовленные и предоставленные статистические материалы по промыслу и искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей р. Большой. Также благодарим всех специалистов Северо-Восточного филиала ФГБУ «Главрыбвод», осуществляющих воспроизводство тихоокеанских лососей на ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки».

Для цитирования: Бугаев А.В., Растягаева Н.А. Оценка состояния запасов и эффективности воспроизводства заводских тихоокеанских лососей р. Большой (Западная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2025. Вып. 79. С. 5–28. EDN: ZUAIBU. doi:10.15853/2072-8212.2025.79.5-28

ASSESSMENT OF THE STATE OF PACIFIC SALMON HATCHERY STOCK AND REPRODUCTION EFFICIENCY IN THE BOLSHAYA RIVER (WEST KAMCHATKA)

Alexander V. Bugaev, Nadezhda A. Rastyagaeva

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, a.bugaev@kamniro.vniro.ru, n.rastyagaeva@kamniro.vniro.ru

Abstract. State of Pacific salmon hatchery stock, reared in Malkinsky SH (warm watered) and Ozerki SH (cold watered) was evaluated as a result of carried work. On the data for 2001–2025 the long-term average juvenile releases were as next: about 0.7 mln sockeye salmon individuals and 0.9 mln Chinook salmon individuals from Malkinsky SH and about 11.7 mln sockeye salmon and 2.5 mln chum salmon individuals from Ozerki SH. On

the data for 2010–2024 the long-term average estimates of returns (runs) of hatchery spawners into the Bolshaya R. were as next: 52.40 mln sockeye salmon individuals, 0.98 mln chinook salmon individuals and 21.10 mln chum salmon individuals. The contribution of the fish into the total stock structure (wild and hatchery fish) by species was: 8.1% for sockeye salmon, 13.4% and 3.9% for chinook and chum salmon respectively.

The run dynamics of hatchery Pacific salmon in the Bolshaya R. in 2010–2024 is quite stable. Weakly defined trends in the increase in the number of chinook and sockeye salmon runs are noted. As for chum salmon runs, a slight trend to decrease is noted.

Comparative evaluation of the efficiency of Malkinsky and Ozerki hatcheries in case of sockeye salmon has demonstrated a high level of runs to the “warm watered” hatchery. On the data for 2007–2020 the average long-term coefficients of return (RC) for the species were 5.57% in Malkinsky and 0.14% in Ozerki SHs. For chinook and chum salmon the RCs were 0.11% and 0.88%, respectively.

The contribution of the artificial reproduction into the Pacific salmon stock in the basin of the Bolshaya R. exceeded the 5% threshold recognized internationally as maximum acceptable for aquatic objects of natural reproduction of salmon stocks. That requires a categorical ban on the potential construction of new SHs in this basin. Moreover, the long-term values 0.1–0.9% obtained for cold watered Ozerki say in favor of unprofitability of Pacific salmon artificial cultivation for the hatcheries of such type within Kamchatka Territory.

Keywords: Pacific salmon, artificial reproduction, salmon hatchery, otolith marking, origin identification, return coefficient

Funding. The study was not sponsored.

Acknowledgements: Authors express their sincere gratitude to their colleagues from Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), personally to the head of sector Nina B. Artyukhina, leading specialist Vera N. Baeva and senior specialist Natalya N. Romadenkova for the prepared and provided statistical materials about fisheries and artificial reproduction of Pacific salmon in the Bolshaya River. They also thankful to all experts from the North-East Branch of Glavrybvod, engaged in Pacific salmon rearing in Malkinsky and Ozerki salmon hatcheries.

For citation: Bugaev A.V., Rastyagaeva N.A. Assessment of the state of Pacific salmon hatchery stock and reproduction efficiency in the Bolshaya River (West Kamchatka) // The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. 2025. Vol. 79. P. 5–28. (In Russ.) EDN: ZUAIBU. doi:10.15853/2072-8212.2025.79.5-28

В пределах Камчатского края (Камчатка) искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей практически не развито. В основном это связано с наличием значительных нативных (диких) запасов рыб рода *Oncorhynchus*. Их сохранение и рациональное использование является главной целью региональной рыбохозяйственной науки. В настоящее время в Камчатском крае функционируют пять государственных лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ), которые обеспечивают искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в целях сохранения их запасов в водных объектах, наиболее подверженных антропогенному воздействию (рр. Авача, Паратунка, Большая и оз. Большой Виллюй). Все заводы находятся в ведении Северо-Восточного филиала Главрыбвода.

При этом суммарный вклад действующих ЛРЗ в формирование лососевых запасов региона остается незначительным — около 0,1%. По среднемноголетним данным 2001–2025 гг., на Камчатке всеми видами рыболовства ежегодно добывается около 200 тыс. т тихоокеанских лососей (Бугаев и др., 2025). Соответствующий ежегодный суммарный вылов заводских стад в целях выполнения государственного задания и товарной аквакультуры, по информации Северо-Восточного территориального управле-

ния Росрыболовства (СВТУ), находится на уровне порядка 0,2 тыс. т.

Однако вклад искусственного воспроизводства в формирование структуры лососевых запасов базовых водоемов ЛРЗ может быть достаточно велик. Например, по данным мониторинга КамчатНИРО (по результатам отолитного маркирования) в наиболее подверженных антропогенному влиянию водоемах (рр. Авача и Паратунка) среднемноголетняя доля заводских рыб (кета) в уловах 2010–2024 гг. составляла приблизительно до 15% и до 45% соответственно. В бассейне оз. Большой Виллюй заводской кижуч практически заменил дикую популяцию вида. Его доля в уловах доходит до 90%.

Непосредственно в бассейне р. Большой функционируют два ЛРЗ — «Малкинский» (р. Быстрая) и «Озерки» (р. Плотникова). Уникальность обоих ЛРЗ заключается в том, что здесь осуществляют искусственное воспроизводство таких видов, как нерка и чавыча. Это единственные рыболовные предприятия, которые выпускают молодь указанных видов на Дальнем Востоке России. Не менее важным для Камчатки является факт того, что в бассейне р. Большой одновременно с мероприятиями по искусственному воспроизводству ведется масштабный промысел тихоокеанских лососей. Уточним, что в бассейнах рек

Авача и Паратунка, а также в оз. Большой Вилуй, промышленное рыболовство тихоокеанских лососей не осуществляется. В отношении лососевых запасов данных водных объектов ведется только регламентированное традиционное и любительское рыболовство.

Оценка состояния запасов заводских тихоокеанских лососей р. Большой имеет важное прикладное значение, так как необходима объективная информация об их вкладе в структуру лососевых запасов одного из наиболее промыслово-значимых водных объектов Камчатского края. В данном случае речь идет о запасах непосредственно объектов (видов) искусственного воспроизводства — нерки, чавычи и кеты. Кроме того, представление о фактических уровнях возвратов заводских производителей лососей в базовый водоем дает возможность оценить эффективность работы ЛРЗ.

Отметим, что данные работы ежегодно проводятся специалистами КамчатНИРО в режиме комплексного научного сопровождения искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края. Ранее по-

добную сводную информацию уже публиковали в отношении всех действующих региональных ЛРЗ (Бугаев и др., 2015). В настоящей работе приводятся результаты исследований заводских тихоокеанских лососей р. Большой, дополненные современными данными. Важным отличием от опубликованной ранее информации является привлечение промысловой статистики добычи (вылова) тихоокеанских лососей, что позволяет осуществить сравнительную оценку состояния запасов диких и заводских рыб рассматриваемого водоема.

Цель работы — оценка современного состояния запасов и эффективности воспроизводства заводских тихоокеанских лососей р. Большой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве материала в работе использованы данные биологических анализов и пробы отолитов тихоокеанских лососей, воспроизводящихся на ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки», а также из контрольных уловов в нижнем течении р. Большой (рис. 1). Период сбора материалов для молодежи включал ряд наблюдений 2001–

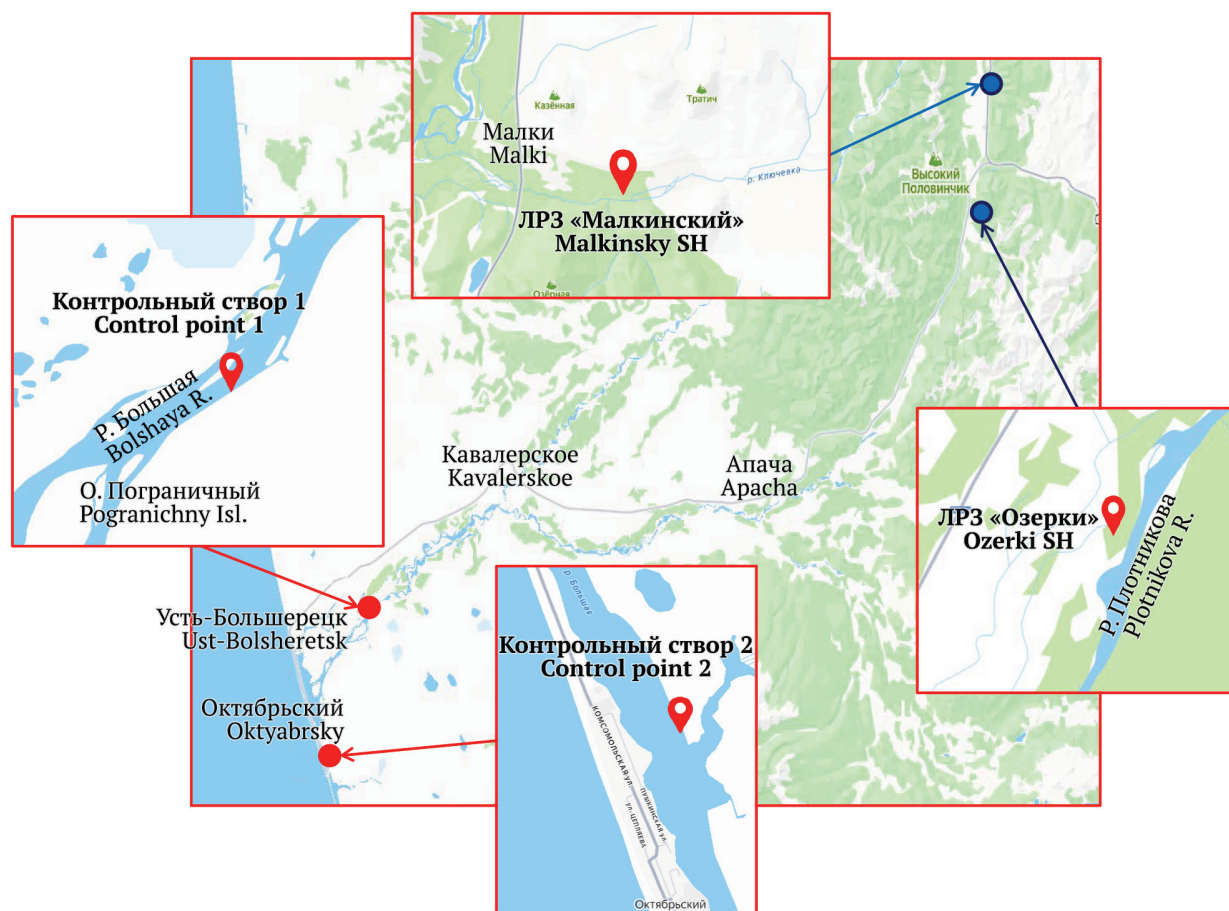


Рис. 1. Карта-схема бассейна р. Большой с локализацией лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) и участков контрольного лова
Fig. 1. Schematic map of the basin of the Bolshaya R. with detailed plots of locations of salmon hatcheries (SHs) and of control fishing

2025 гг., а для производителей — 2001–2024 гг. Все материалы биологических анализов были получены и предоставлены сотрудниками Северо-Восточного филиала Главрыбвода. Данные промысловой статистики в бассейне р. Большой на речных рыболовных участках (РЛУ) в 2010–2024 гг. предоставлены Северо-Восточным территориальным управлением Росрыболовства (СВТУ). Информация о численности нерестовых запасов тихоокеанских лососей в эти же годы получена на основе авиаучетных съемок КамчатНИРО в бассейне р. Большой. Аэровизуальные обследования нерестилищ выполняли по стандартным методикам (Остроумов, 1962, 1964).

Общее количество обследованной молоди составило 6168 экз. (табл. 1). В данном случае единственным биологическим критерием было определение навески (средней массы тела) рыб.

Общее количество обследованных производителей представлено в таблице 2. Данные по качественным показателям (соотношение полов, длина (АС) и масса (Р2) тела) и возрасту получены только для тех особей, которые вернулись непосредственно к ЛРЗ. Всего биологическому анализу было подвергнуто 15 018 рыб, а возраст определен для 5610 рыб. Идентификацию заводских производителей выполняли на основе отолитных проб, собранных в результате контрольных обловов тихо-

океанских лососей в нижнем течении р. Большой. Общий объем использованной в целях идентификации выборки составил 14 632 рыбы.

В силу специфики отбора тихоокеанских лососей для целей искусственного воспроизводства, при выполнении биологического анализа навеску определяли только у рыб без половых продуктов (Р2). Поэтому в работе для характеристики межгодовой изменчивости качественных показателей производителей использовали только линейные размеры тела (длина, АС). Определение возраста выполняли на основе наличия меток на отолитах, что позволяет выявить точный год рождения. Сопоставление годов воспроизводства и возврата показывает общий возраст рыбы конкретного поколения. В данном случае возраст дается без разделения пресноводного и морского периодов жизни, как принято для тихоокеанских лососей в отечественной и международной практике (Бугаев, 1992, 2011; Davis et al., 1990; Ito, Ishida, 1998; Davis, 2018).

Камеральную обработку отолитов выполняли с использованием общепринятых методик (Акиничева и др., 2004; Secor et al., 1991; Stevenson, Campana, 1992; Oxman et al., 2018). Обработка включала следующие этапы:

- 1) подготовка препаратов путем крепления отолитов на предметные стекла при помощи термопластического цемента;

Таблица 1. Объем материала, использованного в работе для определения средней массы тела заводской молоди тихоокеанских лососей р. Большой
Table 1. Sample size used in the research to evaluate mean body weight of juvenile hatchery Pacific salmon in the Bolshaya R.

Вид / Species	ЛРЗ / Salmon hatchery	Период (годы) / Period (years)	N, рыб / Number of fish
Нерка Sockeye salmon	«Малкинский» / Malkinsky	2001–2025	1462
	«Озерки» / Ozerki	2002–2025	1660
Чавыча Chinook salmon	«Малкинский» / Malkinsky	2001–2025	1550
Кета Chum salmon	«Озерки» / Ozerki	2002–2025	1496
Все виды / All species			6168

Таблица 2. Объем материала, использованного в работе для определения биопоказателей (соотношение полов, размерно-массовые характеристики), возраста и идентификации заводских производителей тихоокеанских лососей р. Большой
Table 2. Sample size used in the research to evaluate biological indices (sex range, size-weight characteristics), age and to identify hatchery origin of adult Pacific salmon of the Bolshaya R.

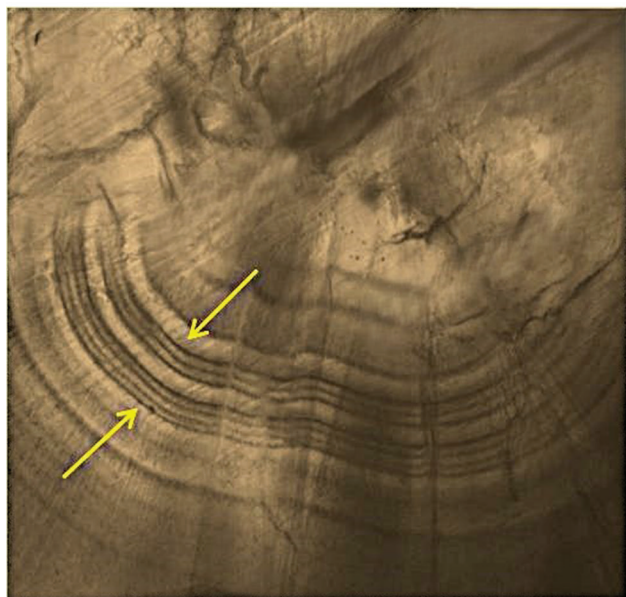
Вид Species	ЛРЗ SH	Биопоказатели Biological indices		Возраст / Age		Идентификация Identification	
		Период (годы) Period (years)	N, рыб Number of fish	Период (годы) Period (years)	N, рыб Number of fish	Период (годы) Period (years)	N, рыб Number of fish
Нерка Sockeye salmon	«Малкинский» Malkinsky	2001–2024	5036	2002–2024	2946	2004–2024	4735
	«Озерки» Ozerki	2002–2022	3566	2009–2022	435	2006–2024	3801
Чавыча Chinook salmon	«Малкинский» Malkinsky	2001–2024	2156	2004–2024	1141	2004–2024	2495
Кета Chum salmon	«Озерки» Ozerki	2001–2024	4260	2008–2023	1088	2005–2024	3601
Все виды / All species			15 018		5610		14 632

- 2) шлифовка отолитов с помощью мелкозернистых дисков до появления центральной части;
- 3) сканирование шлифов отолитов на визуальном-аналитическом комплексе LEICA DM 1000 для получения их фотографий с разрешением 900 точек/мм².

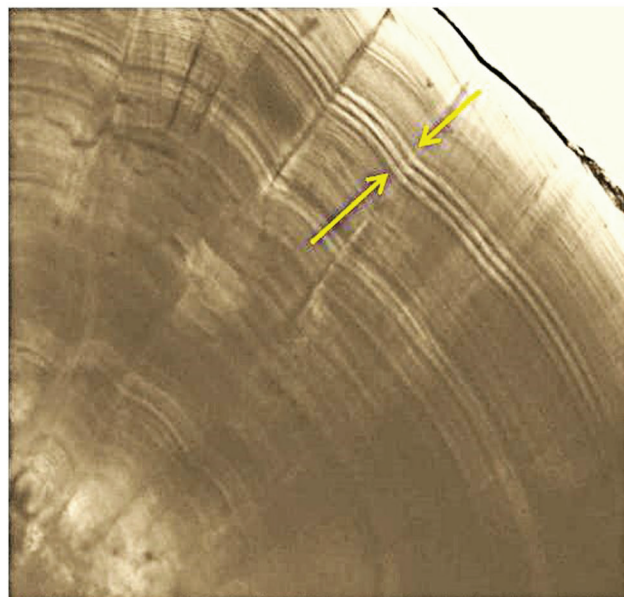
При обнаружении маркированных (меченых) особей производили идентификацию ме-

ток на основе использованных схем (штрих-кодов) мечения отолитов для ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки», которые ежегодно готовят специалисты КамчатНИРО. Как правило, практически 100% ежегодно выпускаемой молоди с указанных заводов имеют подобные метки. Образцы отолитных меток тихоокеанских лососей, выпускаемых с ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки», представлены на рисунке 2.

ЛРЗ «Малкинский» / Malkinsky SH

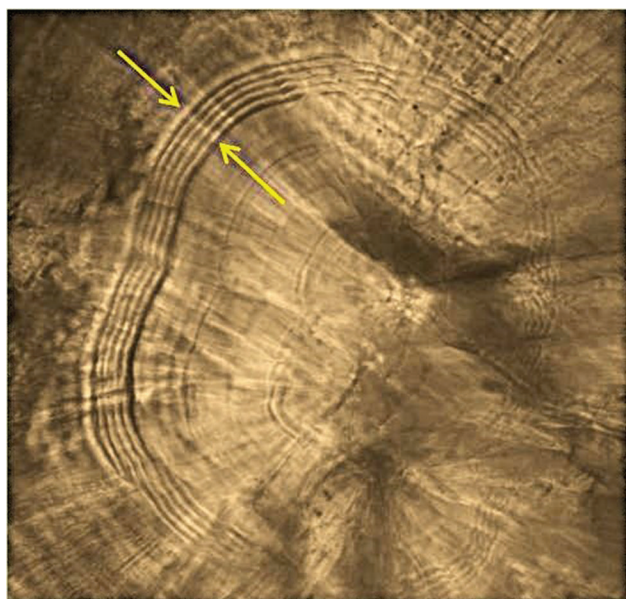


Нерка / Sockeye salmon

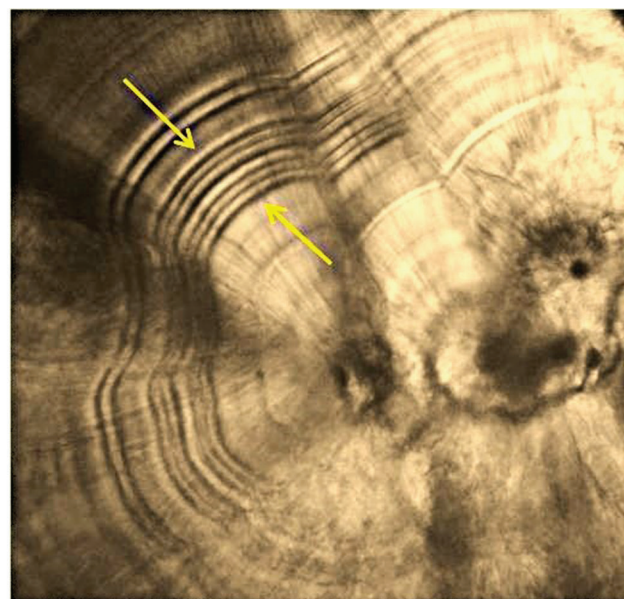


Чавыча / Chinook salmon

ЛРЗ «Озерки» / Ozerki SH



Нерка / Sockeye salmon



Кета / Chum salmon

Рис. 2. Образцы отолитных меток у заводских тихоокеанских лососей р. Большой: ЛРЗ «Малкинский» — термическое маркирование, ЛРЗ «Озерки» — «сухое» маркирование
Fig. 2. Samples of the otolith marks in Pacific salmon individuals of the Bolshaya R.: Malkinsky SH — thermal marking, Ozerki SH — dry marking

Непосредственно маркирование отоликов на ЛРЗ Дальнего Востока России выполняют двумя способами — термическим и «сухим» (Акиничева и др., 2004). На ЛРЗ «Малкинский» применяют термический метод, а на ЛРЗ «Озерки» — «сухой». При термическом маркировании сначала поднимается фоновая температура в икорных инкубаторах на стадии «глазка» (нерка) или в период подращивания молоди (чавыча), потом начинается снижение температуры на сутки (получается полоса). Последовательное выполнение данной операции в различных временных форматах позволяет сформировать на отолике определенный штрих-код метки. При выполнении «сухого» маркирования производится осушение икры в суточном или 12-часовом режиме. Как правило, используется комбинированный метод — суточные и 12-часовые блоки. Это позволяет получить соответствующий штрих-код на отоликах. «Сухая» метка, как для нерки, так и кеты, всегда делается на стадии «глазка».

Коэффициенты возвратов (КВ) тихоокеанских лососей к ЛРЗ рассчитывали по следующей базовой формуле:

$$КВ = ((N + C)/P) \times 100\%,$$

где: N — количество заводских половозрелых рыб (производителей), использованных в целях искусственного воспроизводства/вернувшихся к ЛРЗ; C — количество выловленных половозрелых заводских рыб до подхода к ЛРЗ; P — общее количество заводской молоди, выпущенной с ЛРЗ.

Итоговая оценка коэффициента возврата строится для разновозрастных групп рыб. Для этого производится расчет численности подходов поколений, как это принято для тихоокеанских лососей с продолжительным периодом пресноводного и морского нагула. Полученную величину численности поколений в конкретный год воспроизводства делят на количество выпуска молоди этого же года и умножают на 100%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Информация о выпуске молоди

Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей р. Большой в значительной степени зависит от технологии подращивания молоди. В конечном итоге это определяет эффективность работы рыбоводных предприятий. Подращивание молоди на ЛРЗ «Озерки» осуществляется в «холодноводном» режиме. Вода на завод поступает напрямую из водоза-

бора. Температура воды в инкубационный период, период выдерживания и подращивания не превышает 5 °С и может опускаться до 3,0–3,5 °С. По сути, имитируется естественная природная среда для нагула молоди. На ЛРЗ «Малкинский» режим подращивания молоди характеризуется как «тепловодный». Вода из водозабора подогревается горячей термальной водой. Средняя температура в период инкубации и подращивания составляет 7 °С. Это приводит к увеличению темпа роста молоди. Соответственно, выпуск молоди с ЛРЗ «Малкинский» происходит с более высокой навеской.

Информация об объемах выпуска и средней навеске молоди тихоокеанских лососей, воспроизводимой на ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» в 2001–2025 гг., представлена в таблице 3 и на рисунке 3.

По среднемноголетним данным 2001–2025 гг. выпуск нерки с ЛРЗ «Малкинский» составлял порядка 0,7 млн рыб (навеска 4,6 г), а чавычи — 0,9 млн рыб (навеска 8,1 г). На ЛРЗ «Озерки» выпуск нерки в эти же годы в среднем соответствовал 11,7 млн рыб (навеска 0,9 г), а кеты — 2,5 млн рыб (навеска 0,9 г). Сроки выпуска молоди нерки с ЛРЗ «Малкинский» — апрель–май, а с ЛРЗ «Озерки» — июль. Чавычу и кету выпускают в мае. Более ранний выпуск нерки с ЛРЗ «Малкинский» объясняется более высокими темпами ее роста в «тепловодных» выростных бассейнах.

Обращаем внимание, что навеска выпускаемой молоди нерки с ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» заметно отличается. Понятно, что это связано с различиями термического режима воды при подращивании молоди. По сути, навески выпускаемой молоди с ЛРЗ «Озерки» являются стандартными для большинства рыбоводных предприятий Дальнего Востока России. На ЛРЗ «Малкинский» средняя масса тела молоди значительно выше, что предполагает ее повышенную выживаемость на этапе пресноводного и раннего морского нагула.

Из представленных на рисунке 3 графических данных видно, что у молоди нерки и чавычи с ЛРЗ «Малкинский» наблюдалось резкое снижение величины навесок в 2024 и 2025 гг. При этом на ЛРЗ «Озерки» навески нерки и кеты в эти годы изменялись незначительно. Это связано с тем, что на ЛРЗ «Малкинский» кормление молоди включительно до 2023 г. осуществляли специализированными зарубежными кормами (Aller Aqua и Alltech Coppens, производства Германии), а в 2024 и 2025 гг. в рамках импортоза-

мещения перешли на отечественный корм (ООО НПК «Далькорм», г. Владивосток). Данный корм не подошел для подращивания молодежи и чавычи в режиме «тепловодного» за-

вода. Это привело к снижению темпов роста и увеличению алиментарных заболеваний у молодежи. Уточним, что в 2025 г. на ЛРЗ «Малкинский» был начат эксперимент с использовани-

Таблица 3. Данные о численности выпуска и средней массе тела (навеска) молодежи тихоокеанских лососей, воспроизводимой на ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» в 2001–2025 гг.
Table 3. Data on the release abundance and mean body weight of juvenile Pacific salmon reared in Malkinsky SH and Ozerki SH in 2001–2025

Год Year	Объем выпуска, млн рыб Release abundance, mln fish	N, рыб Num- ber of fish	Масса тела (P1), г Body weight (P1), g				Объем выпуска, млн рыб Release abundance, mln fish	N, рыб Number of fish	Масса тела (P1), г Body weight (P1), g			
			M	SE	Min	Max			M	SE	Min	Max
ЛРЗ «Малкинский» / Malkinsky SH												
Нерка / Sockeye salmon						Чавыча / Chinook salmon						
2001	0,576	50	4,92	–	–	–	0,517	50	7,81	–	–	–
2002	0,412	50	5,71	–	–	–	0,297	50	9,49	–	–	–
2003	0,524	50	2,23	–	–	–	0,741	50	8,41	–	–	–
2004	0,576	50	4,10	–	–	–	1,177	50	8,05	–	–	–
2005	0,710	50	4,75	–	–	–	0,839	50	7,85	–	–	–
2006	0,561	50	5,63	–	–	–	0,779	50	8,56	–	–	–
2007	0,533	50	5,42	–	2,80	7,60	0,799	50	8,96	–	5,00	15,00
2008	0,534	50	5,77	–	3,60	9,20	0,780	50	10,49	–	5,80	18,60
2009	0,574	50	5,71	–	4,00	9,60	0,784	50	10,12	–	5,80	19,20
2010	0,605	50	5,18	–	4,00	9,60	0,877	50	6,83	–	2,60	14,20
2011	0,613	50	5,48	–	1,70	9,80	0,814	50	9,54	–	4,80	16,00
2012	0,569	14	5,31	0,21	3,30	9,30	0,911	25	8,90	0,41	4,20	13,60
2013	0,546	55	5,39	0,11	3,00	9,60	0,910	80	9,20	0,22	2,80	18,80
2014	0,559	115	4,32	0,08	2,06	9,29	0,999	65	6,58	0,19	3,15	10,88
2015	0,583	45	4,19	0,13	1,51	5,87	0,894	44	7,71	0,19	5,19	10,23
2016	0,619	95	4,68	0,08	2,52	7,09	0,988	150	6,01	0,11	2,49	9,57
2017	0,557	60	4,50	0,10	3,01	6,39	0,907	70	9,09	0,22	6,10	14,23
2018	0,652	78	3,80	0,09	2,29	6,22	0,949	61	8,04	0,17	5,45	11,01
2019	0,576	80	4,27	0,10	2,22	6,11	0,874	75	7,75	0,21	4,63	16,40
2020	0,540	50	4,58	0,11	2,71	6,35	0,907	30	9,22	0,33	6,14	15,39
2021	1,250	50	4,63	0,12	3,13	6,48	0,949	50	8,01	0,19	4,80	10,60
2022	1,007	50	4,41	0,09	3,35	6,16	1,015	50	7,36	0,23	3,89	11,22
2023	1,078	50	4,43	0,11	2,79	5,92	1,076	50	8,24	0,20	5,51	11,30
2024	1,112	50	2,92	0,10	1,36	4,44	1,119	50	4,83	0,12	2,54	6,33
2025	1,111	120	3,53	0,07	0,99	4,94	1,012	200	6,01	0,11	1,89	10,40
Среднее Mean	0,679		4,63				0,877		8,12			
ЛРЗ «Озерки» / Ozerki SH												
Нерка / Sockeye salmon						Кета / Chum salmon						
2001	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2002	7,656	50	0,78	–	–	–	5,257	50	0,88	–	–	–
2003	8,712	50	0,83	–	–	–	4,551	50	0,96	–	–	–
2004	7,129	50	0,64	–	–	–	2,371	50	0,94	–	–	–
2005	8,830	50	0,48	–	–	–	1,783	50	0,84	–	–	–
2006	4,825	50	0,54	–	–	–	0,744	50	0,84	–	–	–
2007	9,283	50	1,02	–	0,26	2,34	1,109	50	0,92	–	0,32	1,96
2008	8,605	50	0,92	–	0,32	1,90	1,549	50	0,91	–	0,24	1,78
2009	9,297	50	1,09	–	0,26	2,34	1,594	50	0,93	–	0,36	2,27
2010	10,052	50	1,04	–	0,23	1,94	1,117	50	1,12	–	0,57	1,67
2011	13,609	50	1,09	–	0,27	2,04	3,236	50	0,89	–	0,27	1,26
2012	11,835	140	1,11	0,02	0,37	1,64	0,993	32	0,97	0,05	0,41	1,72
2013	13,056	105	1,08	0,02	0,34	2,71	4,175	85	0,90	0,03	0,25	1,44
2014	13,355	130	0,94	0,01	0,51	1,45	4,328	129	0,81	0,02	0,30	1,40
2015	13,881	125	1,12	0,02	0,59	1,66	1,829	95	0,86	0,02	0,34	1,39
2016	15,063	75	0,81	0,02	0,51	1,17	2,007	50	0,87	0,02	0,57	1,28
2017	5,382	100	0,76	0,01	0,57	1,06	1,815	95	1,02	0,02	0,65	1,67
2018	13,654	85	0,81	0,01	0,57	1,18	2,904	110	0,78	0,02	0,32	1,30
2019	14,747	100	0,84	0,02	0,44	1,6	1,751	100	0,94	0,02	0,49	1,56
2020	17,591	50	1,04	0,02	0,76	1,34	1,792	50	0,96	0,03	0,60	1,41
2021	17,349	50	0,90	0,02	0,58	1,23	2,29	50	0,97	0,03	0,46	1,54
2022	13,861	50	1,07	0,03	0,68	1,56	5,614	50	1,02	0,02	0,68	1,47
2023	17,630	50	1,08	0,02	0,79	1,54	2,747	50	0,95	0,03	0,50	1,48
2024	9,488	50	0,83	0,03	0,52	1,20	2,035	50	0,96	0,03	0,57	1,35
2025	16,879	50	0,84	0,02	0,61	1,16	2,058	50	0,79	0,03	0,48	1,30
Среднее Mean	11,740		0,90				2,485		0,92			

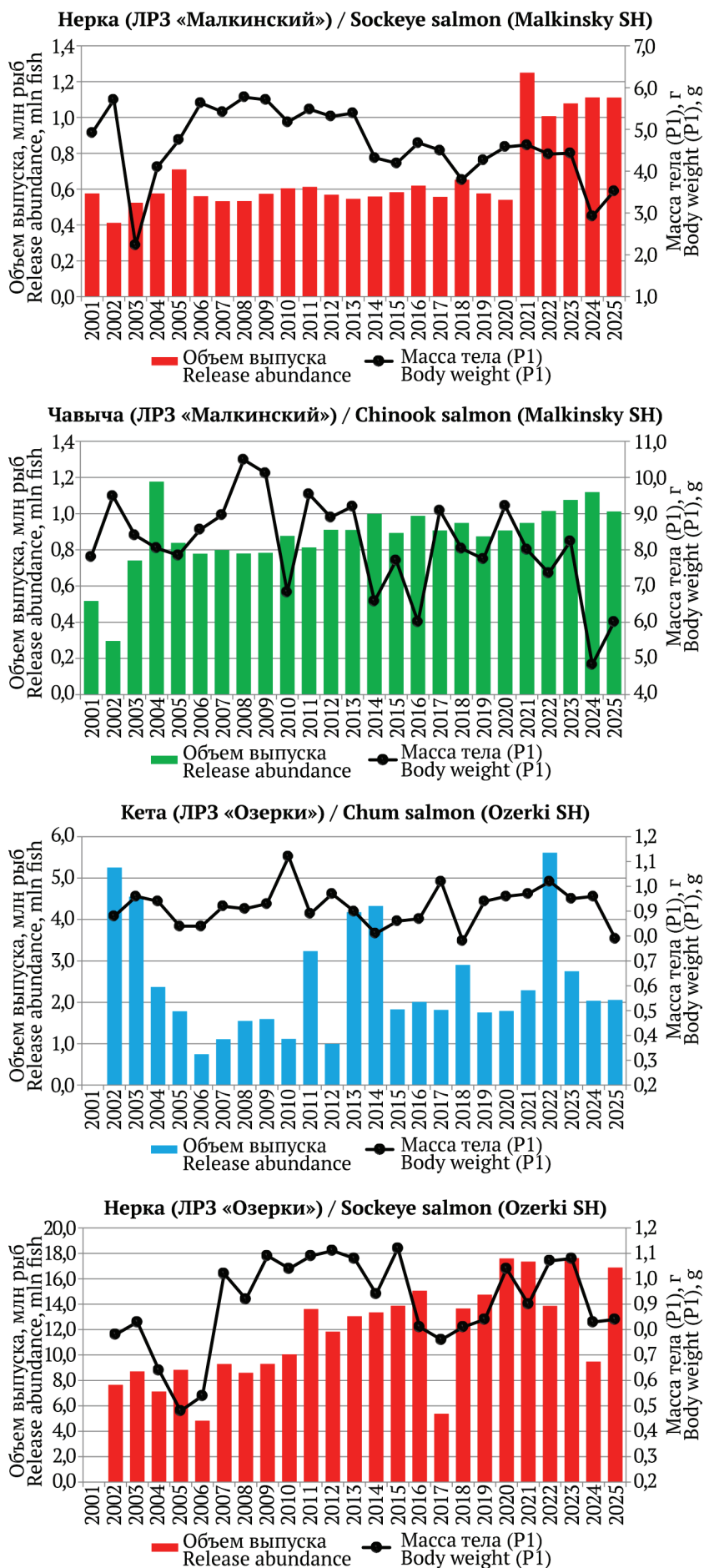


Рис. 3. Динамика численности и средней навески молоди тихоокеанских лососей, выпускаемой с рыболовных предприятий в бассейне р. Большой в 2001–2025 гг.
Fig. 3. Stock abundance and mean body weight of Pacific salmon released from salmon hatcheries in the basin of the Bolshaya R. in 2001–2025

ем четырех новых видов кормов. В качестве основного был выбран корм «Акварекс» (г. Тверь). В данном случае предполагается постепенный выход плановых навесок выпускаемой молоди нерки и чавычи на требуемый уровень — 4–5 г и 7–9 г соответственно. На ЛРЗ «Озерки» переход на новый вид корма в 2024 и 2025 гг. не имел столь заметных последствий. Это напрямую связано с «холодноводным» режимом подрашивания молоди, при котором не просматривается четко выраженное снижение темпов роста рыб, характерное для «тепловодного» искусственного воспроизводства.

Биологическая характеристика производителей

Сбор биологических данных о производителях заводских тихоокеанских лососей осуществляется на основе проб рыб, непосредственно вернувшихся к ЛРЗ. Предполагается, что это 100% рыбы искусственного воспроизводства. Однако в реальности часть из них может иметь нативное (дикое) происхождение. Это связано с фактором стрейнга, который в той или иной мере характерен для всех популяций тихоокеанских лососей (Quinn, 2005; Keefer, Caudill, 2014). По данным указанных исследователей, у нерки уровень стрейнга не превышает ~1–3%, у кеты — ~2–25%, у чавычи — ~1–10%. Отмечены различия стрейнга для разных популяций отдельных видов. Причем наиболее заметны отличия на уровне популяций «доноров» и «принимающих». Во втором случае показатели стрейнга минимальны.

По многолетним наблюдениям специалистов КамчатНИРО в рамках ежегодного научного сопровождения мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей в Камчатском крае, доли диких рыб в подходах к обоим ЛРЗ («принимающие» популяции) в бассейне р. Большой, как правило, не превышают 5%. Однако в отдельные годы встречаемость немаркированных особей вблизи заводов может достигать до 20–25%. Этому имеются два объяснения. Во-первых, возможно, периодически вблизи ЛРЗ в целях искусственного воспроизводства облавливаются транзитные дикие рыбы, мигрирующие выше по течению к местам нереста. Во-вторых, не исключено наличие некачественных меток на отолидах производителей, что не позволяет определить рыб как имеющих заводское происхождение. В контексте настоящей работы мы не акцентируем внимание на данной проблеме,

так как величина возможного стрейнга диких рыб относительно низка — как по имеющимся фактическим многолетним наблюдениям, так и по опубликованным литературным данным.

По среднемноголетним данным 2001–2024 гг. рассматриваемые биологические показатели заводских тихоокеанских лососей р. Большой соответствовали: ЛРЗ «Малкинский»: нерка → доля самцов — 51 (28–65)%, длина тела — 60,9 (57,6–64,0) см, масса тела — 2,56 (1,90–2,79) кг; чавыча → доля самцов — 58 (43–70)%, длина тела — 81,6 (76,0–90,0) см, масса тела — 6,76 (5,60–8,84) кг; ЛРЗ «Озерки»: нерка → доля самцов — 51 (40–76)%, длина тела — 62,1 (58,5–66,0) см, масса тела — 2,61 (2,20–2,87) кг; кета → доля самцов — 49 (37–61)%, длина тела — 65,6 (58,9–71,0) см, масса тела — 2,98 (2,50–3,70) кг (табл. 4).

Из представленных данных видно, что среднемноголетние показатели длины и массы тела производителей нерки с ЛРЗ «Малкинский» ниже, чем с ЛРЗ «Озерки». При этом навеска выпускаемой «малкинской» молоди заметно выше. Наиболее вероятно, что это связано с продолжительностью и локализацией пресноводного нагула рыб данных заводских стад. Более мелкая молодь нерки с ЛРЗ «Озерки» остается на 1–2 года на нагул в бассейне р. Большой. Соответственно, более крупная молодь с ЛРЗ «Малкинский» может скатываться в море в год выпуска, то есть сеголетками. Это и приводит к различиям размерно-массовых показателей на стартовом этапе жизненного цикла вида при раннем морском нагуле. Следовательно, процесс дальнейшего роста в период морского/океанического нагула обоих заводских стад нерки р. Большой также может отличаться.

Как ранее было отмечено, в роли основного качественного биопоказателя заводских тихоокеанских лососей р. Большой может быть использована только длина тела, так как массу тела в данном случае измеряют без половых продуктов. Поэтому анализ зависимости межгодовой изменчивости роста тихоокеанских лососей от численности возвратов производителей к ЛРЗ выполняли именно на основе значений средней длины тела рыб, а не навески (рис. 4).

Из представленных графиков видно, что для всех видов заводских тихоокеанских лососей на обоих ЛРЗ характерен отрицательный линейный тренд межгодовой изменчивости размеров тела. При этом все тренды динамики

численности возвратов производителей к обоим ЛРЗ, наоборот, имеют положительный характер. В данном случае показатель численности возвратов (подходов) носит достаточно условный характер, так как не приведены данные с учетом промыслового изъятия заводских рыб на путях анадромных миграций до ЛРЗ. Однако общий тренд динамики численности возвратов заводских производителей р. Большой отражает общие закономерности, отмеченные на уровне многолетней изменчивости запасов всех диких тихоокеанских лососей Камчатки в 2000–2020-е гг. (Бугаев и др., 2025).

Следует отметить, что подобная закономерность снижения размеров тихоокеанских лососей в первых десятилетиях XXI века характерна для всех регионов Дальнего Востока России (Карпенко и др., 2013; Бугаев, Тепнин, 2024). Наиболее вероятной причиной данной тенденции считается усиление негативного влияния плотностного фактора из-за роста пищевой конкуренции во время морского/океанического нагула. Последнее обусловлено экосистемными перестройками среды обитания в ареалах нагула тихоокеанских лососей под воздействием глобальных климатических факторов. При этом заводские и дикие тихоокеанские лососи из одного региона воспроизводства имеют одинаковые районы нагула в бассейне Северной Пацифики, что подразумевает схожий характер влияния условий среды на их темп роста.

Возрастная структура заводских тихоокеанских лососей р. Большой имеет некоторые характерные отличия от диких рыб. Причем различия

Таблица 4. Некоторые биологические показатели производителей тихоокеанских лососей, воспроизводившихся на ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» в 2001–2024 гг.
Table 4. Some biological indices of adult Pacific salmon reared in Malkinsky SH and Ozerki SH in 2001–2024

Год Year	N, рыб Number of fish	% самцов % of males	ЛРЗ «Малкинский»						ЛРЗ «Малкинский» / Malkinsky SH						Чавыча / Chinook salmon					
			Длина тела (AC), см Body weight (AC), cm			Масса тела (P2), кг Body weight (P2), kg			N, рыб Number of fish			% самцов % of males			Длина тела (AC), см Body weight (AC), cm			Масса тела (P2), кг Body weight (P2), kg		
			M	SE	Min	M	SE	Min	Max	Max	Max	M	SE	Min	Max	Max	M	SE	Min	Max
2001	100	40	62,5	0,4	52,0	72,0	2,70	0,06	1,50	4,50	140	69	82,0	1,3	45,0	113,0	6,30	0,40	0,80	16,50
2002	301	48	61,8	0,4	50,0	74,0	2,54	0,03	1,85	4,70	182	45	81,0	0,7	54,0	107,0	6,90	0,20	2,00	15,10
2003	298	48	64,0	0,3	53,5	74,0	2,70	0,03	1,70	4,60	159	55	90,0	0,9	65,0	180,0	8,84	0,20	1,11	19,80
2004	300	28	63,0	0,2	50,0	72,0	2,60	0,04	1,50	5,00	140	67	82,0	1,2	50,0	122,0	7,60	0,30	1,70	13,50
2005	300	49	63,0	0,2	57,0	72,0	2,76	0,03	2,10	5,20	101	50	87,0	1,0	64,0	108,0	8,36	0,30	3,10	15,40
2006	200	51	63,0	0,3	52,0	78,0	2,79	0,04	2,00	4,70	102	55	88,0	1,0	68,0	110,0	8,71	0,30	3,70	16,50
2007	150	50	63,0	0,3	52,0	71,0	2,73	0,03	2,30	4,70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2008	202	49	62,5	0,3	52,0	72,0	2,64	0,04	1,60	4,60	56	52	84,0	1,2	69,0	105,0	7,23	0,30	3,30	13,30
2009	195	48	61,0	0,3	49,0	72,0	2,52	0,04	1,50	4,40	57	49	81,0	1,1	66,0	102,0	6,58	0,30	3,10	12,50
2010	199	51	61,0	0,3	52,0	79,0	2,44	0,04	1,80	4,40	67	57	79,0	0,9	59,0	95,0	6,03	0,20	2,10	10,10
2011	257	44	59,0	0,3	47,0	68,0	1,90	0,03	1,00	2,50	32	66	76,0	1,6	64,0	103,0	5,73	0,40	3,10	12,70
2012	140	46	59,0	0,3	53,0	68,0	2,67	0,03	1,65	3,90	108	47	81,0	0,7	62,0	98,0	6,19	0,20	1,90	12,20
2013	207	58	60,0	0,3	49,0	69,0	2,43	0,03	1,60	4,00	112	67	78,0	0,9	62,0	102,0	5,84	0,20	2,70	13,98
2014	201	57	62,9	0,3	54,0	70,0	2,60	0,04	1,90	4,50	135	56	82,0	0,5	63,0	100,0	6,80	0,20	2,80	13,00
2015	203	51	62,0	0,3	48,0	71,0	2,50	0,04	1,40	4,50	115	66	77,0	0,8	59,0	100,0	5,60	0,20	2,50	13,10
2016	202	65	60,0	0,2	51,0	70,0	2,40	0,03	1,90	4,30	164	67	79,0	0,7	56,0	100,0	6,00	0,20	1,80	14,10
2017	204	64	61,4	0,2	54,0	70,0	2,43	0,03	2,00	4,00	36	69	77,6	1,7	58,0	98,0	6,04	0,50	2,30	13,80
2018	200	55	59,2	0,2	51,0	67,0	2,58	0,03	1,70	3,70	74	70	80,5	1,0	58,0	106,0	6,60	0,30	3,30	13,00
2019	200	60	60,1	0,2	53,0	66,0	2,75	0,03	2,00	3,70	51	61	80,7	1,3	60,0	101,0	6,71	0,30	2,60	12,10
2020	200	50	58,2	0,2	49,0	65,0	2,55	0,02	1,50	3,40	50	64	80,2	1,1	68,0	98,0	6,47	0,30	3,50	12,60
2021	200	53	60,0	0,3	49,0	70,0	2,62	0,03	1,50	3,80	51	53	82,5	1,1	67,0	100,0	6,81	0,30	4,20	12,00
2022	200	50	59,0	0,2	51,0	67,0	2,59	0,03	2,20	3,70	25	52	80,0	1,2	70,0	95,0	5,91	0,40	3,70	10,60
2023	200	55	59,0	0,3	50,0	69,0	2,48	0,04	1,30	4,10	100	46	86,8	0,6	72,0	102,0	7,53	0,20	3,50	13,00
2024	177	46	57,6	0,3	50,0	68,0	2,50	0,03	1,30	3,80	99	53	81,6	0,7	68,0	115,0	6,60	0,20	3,20	16,70
Среднее Mean		51	60,9				2,56					58	81,6				6,76			

Таблица 4. Окончание. Начало на с. 14
Table 4. Ending. Start on page 14

Год Year	N, рыб Number of fish	% самцов % of males	Длина тела (AC), см Body weight (AC), cm						Масса тела (P2), кг Body weight (P2), kg						N, рыб Number of fish	% самцов % of males	Длина тела (AC), см Body weight (AC), cm						Масса тела (P2), кг Body weight (P2), kg								
			M			SE			Max			M					SE			Max			M			SE			Max		
ЛРЗ «Озерки» / Ozerki SH																															
Нерка / Sockeye salmon												Кета / Chum salmon																			
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	300	66,0	0,2	55,0	76,0	3,19	0,04	1,70	5,60							
2002	150	50	63,0	0,3	53,0	74,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	301	71,0	0,3	60,0	82,0	3,62	0,05	1,80	6,60							
2004	150	50	66,0	0,3	55,0	75,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	299	67,0	0,2	56,0	79,0	3,32	0,04	1,60	5,50							
2005	15	76	61,0	1,4	50,0	71,0	-	-	-	-	-	-	-	-	37	150	63,0	0,4	52,0	79,0	2,74	0,06	1,05	4,90							
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2007	200	40	64,0	0,3	50,0	75,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	300	67,0	0,2	56,0	85,0	3,07	0,04	1,58	5,20							
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	207	66,0	0,3	56,0	79,0	2,79	0,05	1,48	5,34							
2009	306	50	64,0	0,3	44,0	77,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	184	68,0	0,4	34,0	83,0	2,96	0,06	1,32	5,92							
2010	151	50	62,0	0,3	52,0	74,0	-	-	-	-	-	-	-	-	51	240	66,0	0,3	55,0	79,0	2,85	0,04	1,64	4,84							
2011	139	50	62,0	0,4	46,0	71,0	-	-	-	-	-	-	-	-	49	241	65,0	0,3	52,0	78,0	2,81	0,05	1,18	5,41							
2012	380	52	63,0	0,3	52,0	73,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	150	64,0	0,2	51,0	77,0	2,80	0,05	1,60	4,60							
2013	150	50	64,0	0,4	51,0	79,0	-	-	-	-	-	-	-	-	61	150	67,0	0,3	56,0	76,0	3,23	0,06	1,80	5,30							
2014	127	50	62,0	0,4	53,0	72,0	-	-	-	-	-	-	-	-	49	180	65,0	0,3	54,0	79,0	2,90	0,06	1,20	5,10							
2015	261	50	63,0	0,3	50,0	76,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	189	70,0	0,3	60,0	78,0	3,70	0,06	2,10	5,90							
2016	181	50	61,0	0,3	53,0	72,0	-	-	-	-	-	-	-	-	49	177	66,0	0,3	58,0	78,0	3,10	0,05	1,70	5,50							
2017	297	42	62,1	0,2	52,0	71,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	150	66,4	0,3	59,0	75,0	3,10	0,05	1,90	5,10							
2018	282	50	60,4	0,2	53,0	70,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	180	65,8	0,3	56,0	76,0	2,80	0,05	1,50	4,70							
2019	324	50	58,5	0,2	47,0	69,0	-	-	-	-	-	-	-	-	46	252	64,5	0,2	53,0	76,0	2,80	0,04	1,07	4,86							
2020	150	49	61,3	0,3	52,0	68,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	150	63,7	0,3	55,0	76,0	2,70	0,05	1,40	5,04							
2021	150	50	60,7	0,3	50,0	69,0	-	-	-	-	-	-	-	-	50	149	62,7	0,4	52,0	75,0	2,90	0,06	1,07	4,35							
2022	153	50	59,3	0,4	50,0	70,0	-	-	-	-	-	-	-	-	49	152	58,9	0,3	50,0	69,0	2,50	0,05	1,07	4,68							
2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	159	65,5	0,4	54,0	80,0	2,60	0,06	0,90	4,20							
Среднее Mean		51	62,1				2,61								49		65,6				2,98										

в возрастном составе на примере одного вида — нерки — прослеживаются и у производителей, воспроизводящихся на ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки». В таблице 5 представлены данные о возрасте производителей заводских тихоокеанских лососей исследуемого водоема на основе отолитного мечения для периода 2002–2024 гг.

Исходя из имеющихся данных, доминирующий возраст нерки ЛРЗ «Малкинский» в возвратах составляет 3+ (около 90%). У производителей этого вида с ЛРЗ «Озерки» преобладают особи в возрасте 4+ (~60%) и 3+ (~35%). При этом у дикой нерки р. Большой в подходах порядка 90% обычно представлено особями в возрасте 4+ и 5+. Наиболее вероятной причиной отмеченных различий в возрастной структуре заводской и дикой нерки является более ранний скат молоди первой в море. Особенно четко это проявляется у нерки ЛРЗ «Малкинский», которая выпускается в р. Большую с более высокой навеской.

Уточним, что производители нерки с общим возрастом 3+ в основном могут быть представлены двумя возрастными классами — 1.2 и 0.3. Исходя из размеров тела, в возвратах к ЛРЗ «Малкинский» преобладают рыбы в возрасте 0.3, то есть те, которые провели в море/океане три зимы. В целом, по данным многолетних исследований нерки р. Большой, особи подобной возрастной группы составляют, как правило, не более 5–6% от общего подхода вида (Бугаев, 2011). Причем большая часть из них имеет заводское происхождение. Отличительной особенностью данной группы рыб является ложное годовое кольцо, которое

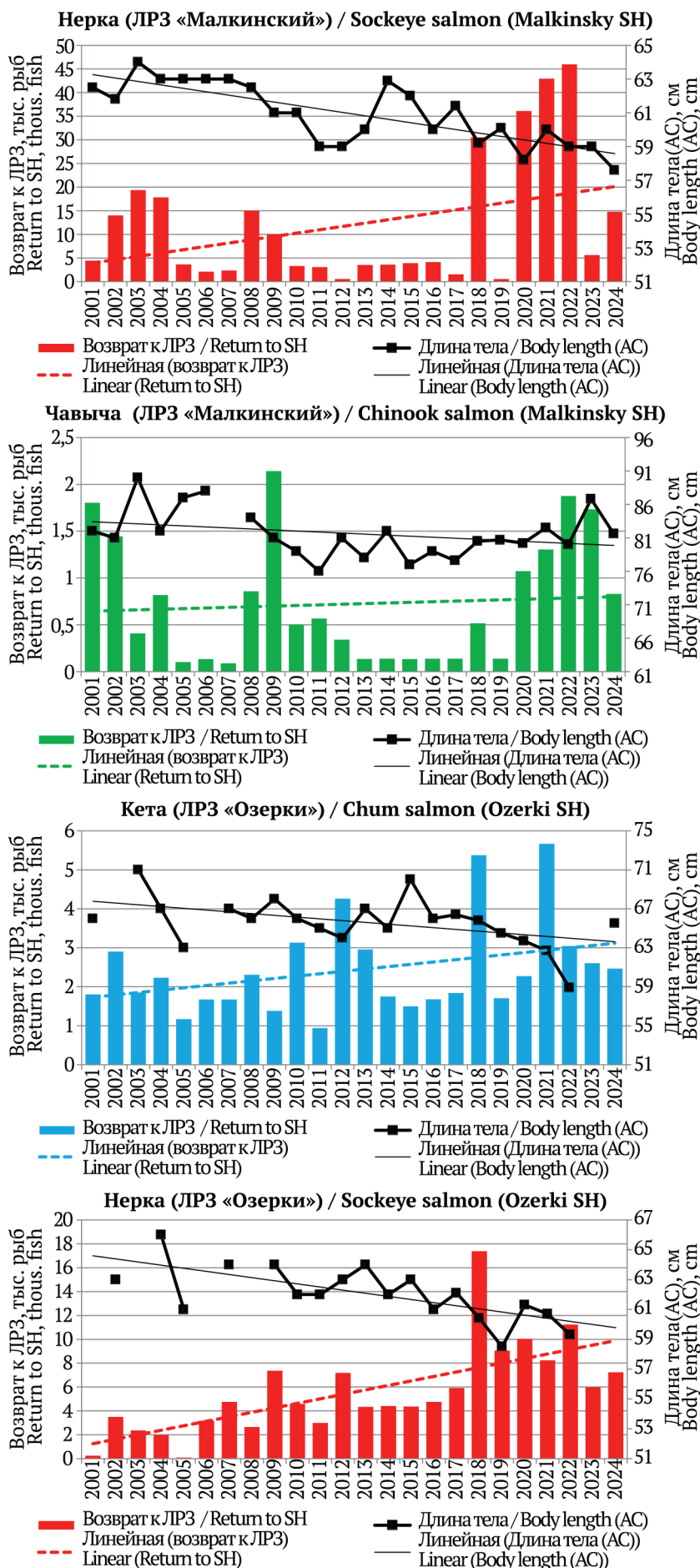


Рис. 4. Динамика численности возвратов к ЛРЗ и средней длины тела производителей заводских тихоокеанских лососей р. Большой в 2001–2024 гг.
 Fig. 4. Dynamics of return abundance and mean body length of hatchery adult Pacific salmon of the Bolshaya R. in 2001–2024

формируется в пресноводной зоне чешуи при смене условий среды обитания после выпуска с ЛРЗ. Особенно это характерно для нерки, воспроизводящейся на «тепловодном» ЛРЗ «Малкинский», так как ее высокая навеска (4–5 г) при выпуске инициирует более ранний скат молоди из базового водоема.

У нерки с «холодноводного» ЛРЗ «Озерки», которую выпускают со стандартной навеской (<1 г), по-видимому, подобная закономерность отсутствует или выражена менее сильно. Поэтому в возвратах ее производителей доминируют особи с общим возрастом 4+. Учитывая, что порядка 90% нерки проводят в море/океане всего 2–3 зимы, фактический возраст производителей с данного ЛРЗ будет 1.3 или 2.2. Это указывает, что мелкоразмерная молодь, выпу-

щенная с ЛРЗ «Озерки», в большинстве случаев остается на 1–2 года нагула в бассейне р. Большой. Следовательно, ее жизненная стратегия близка к нативной нерке.

У чавычи с «тепловодного» ЛРЗ «Малкинский» с формированием возрастной структуры наблюдается схожая закономерность, как и с неркой. Молодь вида выпускается с высокой навеской (7–9 г), что предполагает возможность ее более раннего ската. В возвратах чавычи доминируют особи возрастного класса 3+ (~70%). Второе место по встречаемости занимают особи в возрасте 4+ (~20%). При этом достаточно высока доля рыб в возрасте 2+ (~10%). Рыбы в возрасте 5+ и 6+ встречаются крайне редко. В принципе, сокращение периода морского/океанического нагула камчат-

Таблица 5. Возрастной состав производителей заводских тихоокеанских лососей р. Большой по данным 2002–2024 гг.

Table 5. Age composition of adult hatchery Pacific salmon of the Bolshaya R. based on the data for 2002–2024

Год Year	Возраст, % / Age, %					N, рыб Number of fish	Возраст, % / Age, %					N, рыб Number of fish
	2+	3+	4+	5+	6+		2+	3+	4+	5+	6+	
ЛРЗ «Малкинский» / Malkinsky SH												
Нерка / Sockeye salmon						Чавыча / Chinook salmon						
2002	2,0	92,0	6,0	–	–	180	–	–	–	–	–	–
2003	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2004	11,0	66,0	23,0	–	–	100	33,0	54,0	13,0	–	–	89
2005	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2006	2,0	98,0	–	–	–	92	–	–	–	–	–	–
2007	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2008	6,0	90,0	4,0	–	–	182	–	66,0	30,0	2,0	2,0	53
2009	2,0	94,0	4,0	–	–	155	7,5	72,5	20,0	–	–	40
2010	–	98,0	2,0	–	–	144	–	92,1	7,9	–	–	38
2011	10,8	87,8	1,4	–	–	217	21,0	79,0	–	–	–	28
2012	3,5	90,5	6,0	–	–	85	–	85,0	15,0	–	–	88
2013	13,0	79,0	8,0	–	–	102	39,0	23,0	37,0	1,0	–	95
2014	3,0	97,0	–	–	–	131	1,6	92,0	6,4	–	–	125
2015	6,0	93,0	1,0	–	–	157	14,0	73,0	13,0	–	–	100
2016	8,0	90,0	2,0	–	–	157	4,0	77,0	19,0	–	–	48
2017	3,0	93,0	4,0	–	–	189	7,0	72,0	21,0	–	–	29
2018	–	96,0	4,0	–	–	182	20,9	62,7	16,4	–	–	67
2019	2,2	97,2	0,6	–	–	180	8,0	90,0	2,0	–	–	50
2020	12,8	81,8	5,4	–	–	148	2,6	52,7	44,7	–	–	38
2021	3,3	93,4	3,3	–	–	122	–	71,9	28,1	–	–	32
2022	10,0	85,0	5,0	–	–	130	–	48,4	51,6	–	–	62
2023	5,4	87,9	6,7	–	–	149	–	64,6	35,4	–	–	82
2024	2,8	96,5	0,7	–	–	144	–	68,8	29,9	1,3	–	77
ЛРЗ «Озерки» / Ozerki SH												
Нерка / Sockeye salmon						Кета / Chum salmon						
2008	–	–	–	–	–	–	–	34,9	44,1	21,0	–	176
2009	–	33,0	67,0	–	–	12	–	22,0	78,0	–	–	27
2010	–	100	–	–	–	5	–	73,0	23,0	4,0	–	28
2011	–	–	100	–	–	24	–	54,0	46,0	–	–	50
2012	–	31,4	57,2	11,4	–	35	–	32,0	64,0	4,0	–	22
2013	–	–	9,0	91,0	–	47	–	19,0	62,0	19,0	–	26
2014	–	89,3	10,7	–	–	28	–	34,7	22,0	43,3	–	23
2015	–	4,0	94,0	2,0	–	80	–	70,0	30,0	–	–	67
2016	–	13,0	81,0	6,0	–	32	–	20,0	79,0	1,0	–	77
2017	–	16,0	80,0	4,0	–	44	–	53,0	45,0	2,0	–	53
2018	–	61,5	34,6	3,9	–	26	–	18,4	80,6	1,0	–	98
2019	–	16,0	84,0	–	–	50	–	33,7	58,3	8,0	–	151
2020	–	40,9	50,0	9,1	–	22	–	51,9	48,1	–	–	81
2021	–	30,0	60,0	10,0	–	10	–	77,1	20,0	2,9	–	105
2022	–	35,0	60,0	5,0	–	20	–	4,3	95,7	–	–	47
2023	–	–	–	–	–	–	–	29,8	63,2	7,0	–	57

ской чавычи в 2000–2020-е гг. характерно и для диких популяций вида (Зикунова, 2022). При этом среднескользящие размерные показатели заводской чавычи (81,6 см) указывают, что большинство особей доминирующего возрастного класса 3+ имеют фактический возраст 0.3, то есть проводят в море/океане 3 зимы. Не исключено, что у заводской чавычи формируется ложное годовое кольцо в пресноводной зоне чешуи после выпуска с ЛРЗ, по аналогии с неркой. При этом рыбы возрастного класса 4+ могут иметь фактический возраст как 1.3, так и 0.4. Особи с общим возрастом 2+, наиболее вероятно, фактически проводят в море/океане две зимы, что соответствует возрасту 0.2.

Кета, воспроизводящаяся на «холодноводном» ЛРЗ «Озерки», выпускается со стандартной навеской (<1 г). Принимая во внимание, что жизненная стратегия вида предусматривает скат молоди в возрасте сеголетка, вопрос о ее пресноводном возрасте не актуален. У производителей заводской кеты доминируют особи с общим возрастом 3+ (~40%) и 4+ (~55%). По общепринятой международной системе это рыбы в возрасте 0.3 и 0.4. В принципе, равновесный долевым вклад указанных возрастных групп характерен и для нативной популяции кеты р. Большой (Заварина, 2010). По сути, кета и нерка с «холодноводного» ЛРЗ «Озерки» полностью повторяют жизненную стратегию диких представителей указанных видов.

Идентификация заводских рыб в контрольных уловах

Основным этапом оценки состояния запасов тихоокеанских лососей искусственного происхождения является их идентификация в смешанных промысловых уловах. В настоящее время добыча (вылов) лососевых ресурсов р. Большой происходит во всех принятых режимах рыболовства анадромных видов рыб в Камчатском крае — промышленное, традиционное (коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации) и любительское. Облов тихоокеанских лососей р. Большой указанными видами рыболовства осуществляется на РЛУ в приустьевой зоне Охотского моря (морские РЛУ) и непосредственно в бассейне реки (речные РЛУ). Всего в данном районе работают 40 морских (14 промышленных, 24 традиционных, 2 любительских) и 25 речных (14 промышленных, 4 традиционных, 7 любительских) РЛУ. Помимо

этого, добыча (вылов) тихоокеанских лососей р. Большой ведется в научно-контрольных и аквакультурных целях (в пределах 2 рыболовных участков (РВУ)).

Однако на морских РЛУ облов тихоокеанских лососей осуществляется одновременно с приловом транзитных рыб, мигрирующих в другие водные объекты, расположенные севернее или, наоборот, южнее устья р. Большой. Ярким примером является вылов нерки р. Озерной на всех морских РЛУ, локализованных в границах между устьевыми зонами рек Озерная и Большая (Дубынин и др., 2007). Поэтому долю заводских тихоокеанских лососей р. Большой определяем только на основе данных промысловой статистики в бассейне реки.

ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» расположены в среднем течении р. Большой в бассейнах двух крупнейших притоков — рек Быстрая и Плотникова (рис. 1). Практически все речные РЛУ, осуществляющие промышленное и традиционное рыболовство, локализованы в нижнем течении р. Большой (Шевляков и др., 2013). Следовательно, облов заводских тихоокеанских лососей, заходящих в р. Большую, происходит на протяжении всего пути их нерестовых миграций до заводов воспроизводства. Поэтому для оценки численности подходов заводских тихоокеанских лососей р. Большой необходимо определить суммарное количество рыб, которые были изъяты всеми видами рыболовства на речных РЛУ, а также вернувшихся непосредственно к ЛРЗ. Кроме того, в расчет включаются тихоокеанские лососи, выловленные в целях искусственного воспроизводства на РВУ, так как они являются донорами половых продуктов для инкубаторов на ЛРЗ.

Для определения доли вылова заводских рыб в промысловых уловах специалистами КамчатНИРО ежегодно проводятся контрольные обловы тихоокеанских лососей в эстуарной зоне и нижнем течении р. Большой. У всех производителей берут пробы отолиров для определения меченых особей. На основе известных схем маркирования, используемых для меченых рыб с ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки», осуществляют их идентификацию в смешанных уловах. Затем результаты идентификации экстраполируются в целом на весь промысловый улов того или иного вида тихоокеанских лососей, воспроизводящихся в бассейне р. Большой. Таким образом получают дифференцированные оценки вылова заводских и диких рыб. Результаты идентификации заводских тихооке-

анских лососей р. Большой в контрольных уловах 2004–2024 гг. представлены в таблице 6.

Полученные оценки межгодовой встречаемости рыб заводского происхождения в уловах нижнего течения р. Большой показывают их относительно невысокие доли. Среднеголетняя доля тихоокеанских лососей ЛРЗ «Малкинский» в смешанных пробах соответствовала следующим показателям: нерка — 4,9 (0,7–12,0)%; чавыча — 9,9 (0,9–22,0)%. Аналогичные данные для ЛРЗ «Озерки» имели такой вид: нерка — 2,4 (0–9,0)%; кета — 4,5 (0–11,0)%.

Заметно, что нерка с ЛРЗ «Малкинский» практически в два раза чаще встречается в смешанных уловах, чем рыбы, воспроизводящиеся на ЛРЗ «Озерки». При этом, как отмечено выше, производители с ЛРЗ «Озерки» имеют более высокие размерно-массовые показатели. Наиболее вероятно, что из-за относительно низкой навески молоди, выпускаемой с данного ЛРЗ, имеется ее повышенный отход (естественная смертность). В конечном итоге это определяет количество покатыков и величину последующего возврата производителей обоих заводских стад нерки в р. Большой. Таким образом, на примере данного вида можно уже приблизительно определить, что эффективность работы «тепловодного» ЛРЗ

«Малкинский» выше, чем «холодноводного» ЛРЗ «Озерки».

Определение численности подходов заводских рыб

Оценку численности подходов заводских тихоокеанских лососей р. Большой выполняли в три этапа:

1. Проводили определение доли заводских рыб в контрольных уловах в нижнем течении реки, где сосредоточено большинство РЛУ, осуществляющих промышленное и традиционное рыболовство.

2. На основе данных промысловой статистики (СВТУ), информации о численности нерестовых запасов (КамчатНИРО) и количестве производителей, использованных в целях искусственного воспроизводства, оценивали общую численность подходов диких и заводских рыб.

3. Выделяли из общих промысловых уловов количество заводских рыб и суммировали с количеством рыб, использованных в целях искусственного воспроизводства, на основе чего получали оценки подходов заводских рыб.

Обращаем внимание, что оценки численности тихоокеанских лососей, которых взяли для закладки икры на ЛРЗ, включали не только

Таблица 6. Оценки встречаемости идентифицированных заводских тихоокеанских лососей по данным контрольных уловов в нижнем течении р. Большой в 2004–2024 гг.
Table 6. Assessment of the occurrence of identified hatchery Pacific salmon on the data of control catches in the low stream of the Bolshaya R. in 2004–2024

Год Year	ЛРЗ «Малкинский» / Malkinsky SH				ЛРЗ «Озерки» / Ozerki SH			
	Нерка Sockeye salmon		Чавыча Chinook salmon		Нерка Sockeye salmon		Кета Chum salmon	
	N, рыб Number of fish	Доля, % Portion, %	N, рыб Number of fish	Доля, % Portion, %	N, рыб Number of fish	Доля, % Portion, %	N, рыб Number of fish	Доля, % Portion, %
2004	634	5,5	110	0,9	—	—	—	—
2005	300	2,7	—	—	—	—	300	3,7
2006	300	3,7	—	—	300	3,0	300	10,3
2007	300	12,0	175	6,9	300	9,0	350	11,0
2008	—	—	—	—	—	—	—	—
2009	—	—	—	—	—	—	—	—
2010	351	6,0	217	6,0	351	3,0	372	6,0
2011	237	7,0	200	8,0	237	2,0	70	7,0
2012	130	7,3	206	3,9	130	1,0	184	3,3
2013	141	5,7	194	4,0	141	0,7	184	3,3
2014	144	6,0	146	22,0	144	4,0	142	4,0
2015	96	1,0	150	10,4	96	0	96	2,0
2016	195	7,2	147	3,0	195	2,5	173	4,0
2017	122	7,0	32	6,0	122	7,0	230	4,0
2018	248	2,4	121	15,7	248	2,4	402	4,7
2019	344	5,2	184	14,7	344	0,9	246	3,3
2020	309	5,5	174	13,8	309	0,9	175	9,7
2021	243	3,3	145	17,9	243	0,8	114	2,6
2022	289	0,7	154	3,3	289	1,4	85	1,2
2023	186	1,6	99	12,1	186	0,5	55	1,8
2024	166	2,4	41	19,5	166	2,4	123	0
Среднее Mean		4,9		9,9		2,4		4,5

Примечание. У нерки выборка общая для ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки».
Note. The sample of sockeye salmon is general for Malkinsky and Ozerki SHs

рыб, непосредственно вернувшихся к заводам, но и тех, которых облавливали в границах РВУ в целях искусственного воспроизводства. В данной ситуации общее количество производителей, использованных для выработки икры для инкубаторов, было меньше, чем тех, которых определили в качестве потенциально-го «нерестового запаса» заводских рыб. Это связано с естественным отходом производителей при передержке в садках для достижения необходимого уровня полового созревания.

Полученные оценки и графики динамики численности подходов заводских и нативных тихоокеанских лососей р. Большой в 2010–2024 гг. представлены в таблице 7 и на рисунке 5.

По среднемноголетним данным 2010–2024 гг. за указанный период подходы заводских тихоокеанских лососей р. Большой составляли: *нерка* — 52,40 (14,51–83,16) тыс. рыб; *чавыча* — 0,98 (0,43–2,19) тыс. рыб; *кета* — 21,10 (2,47–44,51) тыс. рыб. Общие подходы диких и заводских рыб за этот же период в среднем соответствовали следующим показателям: *нерка* — 704,56 (210,06–1570,38) тыс. рыб; *чавыча* — 10,68 (2,18–22,75) тыс. рыб; *кета* — 600,10 (290,23–1074,58) тыс. рыб.

Из представленных данных понятно, что общий вклад рыб заводского воспроизводства при формировании общей численности запасов тихоокеанских лососей р. Большой относительно невелик. По данным 2010–2024 гг. доля заводских рыб в подходах нерки в среднем составляла 8,1 (1,9–12,0)%, чавычи — 13,4 (2,2–28,5)%, кеты — 3,9 (0,3–9,8)%.

Учитывая низкую фактическую численность чавычи, а также относительно высокую долю в подходах заводских рыб, можно предположить, что искусственное воспроизводство наиболее заметно отражается именно на этом виде. Необходимо принимать во внимание, что по причине периодически низких возвратов производителей чавычи непосредственно к ЛРЗ для закладки в инкубаторы требуемого количества икры зачастую приходится облавливать диких рыб, мигрирующих в верхнее течение р. Быстрой, где сосредоточены основные нерестилища вида в бассейне р. Большой. Поэтому доля заводской чавычи в подходах при расчетах априори получается завышенной. Возможно, в меньшей степени, но это же относится к нерке и кете, у которых дику часть запасов также облавливают в целях искусственного воспроизводства.

Следует добавить, что на оценки численности подходов как заводских, так и диких рыб оказывает фактор ННН-промысла. В данном случае наиболее критичная ситуация складывается с наиболее малочисленным и ценным видом тихоокеанских лососей — чавычей. В настоящее время мы не располагаем даже экспертными оценками возможного браконьерского изъятия тихоокеанских лососей р. Большой. Однако не приходится сомневаться, что данные цифры достаточно велики, учитывая транспортную доступность бассейна этого водного объекта. Принимаем уровень воздействия ННН-промысла на лососевые запасы р. Большой как некую константу, то есть приблизительно постоянную величину.

Отдельно обращаем внимание, что изъятие диких рыб в целях искусственного воспроизводства может негативно отражаться на численности естественных нерестовых запасов чавычи. Не исключено постепенное замещение нативных на заводских рыб. В мировой практике известны случаи катастрофических последствий подобной практики для природных популяций тихоокеанских лососей (Лихатович, 2014). Все зависит от масштабов развития пастбищного лососеводства в конкретном регионе или водоеме. По имеющимся данным североамериканских специалистов, озвученных на международной конференции «Взаимодействие искусственно разведенных и диких лососей» (г. Портленд, США, 2010 г.), доля рыб искусственного воспроизводства не должна превышать 5% от численности естественных запасов тихоокеанских лососей в том или ином водном объекте (Марковцев, 2010, 2011).

Подчеркнем, что в настоящее время оценки эффективности нереста диких и заводских тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края носят очень фрагментарный характер. По имеющимся данным, например, в бассейне р. Паратунки, выживаемость от икры до возврата производителей кеты естественного воспроизводства оценивается на уровне 0,67%, а искусственного — 0,28% (Запорожец, Запорожец, 2017). Однако трудно судить о стабильном характере подобной закономерности. В данном водном объекте уже порядка 10–15 лет практически не ведутся авиаучетные работы по оценке численности производителей на нерестилищах, так как водоем потерял значимость для осуществления промышленного рыболовства тихоокеанских лососей. В связи с чем затруднительно получить исходные данные о количестве

Таблица 7. Оценка численности подходов заводских и нативных тихоокеанских лососей р. Большой по данным 2010–2024 гг.
Table 7. Assessment of the return abundance of hatchery and wild Pacific salmon in the Bolshaya R. on the data for 2010–2024

Год Year	Общий вылов, т General catch, t	Общий вылов диких и заводских рыб, экз. General catch of wild and hatchery fish, number	Заполнение нерести- лищ диких рыб, экз. Number of wild fish on spawning grounds	Производители в целях искусственного воспроизводства (подход к ЛРЗ, заклад- ка икры) экз. Number of fish for artificial reproduction (run to SH, egg for incubation)	Общий подход диких и заводских рыб, экз. General run of wild and hatchery fish, number	Доля заводских рыб в контрольных уловах, % Portion of hatchery fish in control catches, %	Вылов заводских рыб, экз. Catch of hatchery fish, number	Подход заводских рыб, экз. Run of hatchery fish, number
Нерка / Sockeye salmon								
2010	1196,145	398 715	27 726	7882	434 323	10,7	42 663	50 545
2011	559,202	186 401	17 579	6078	210 058	8,2	15 285	21 363
2012	1140,084	380 028	96 677	7709	484 414	8,2	31 162	38 871
2013	1782,206	594 069	42 899	7855	644 823	6,4	38 020	45 875
2014	1575,172	525 057	6707	8011	539 775	8,3	43 580	51 591
2015	1872,027	624 009	152 211*	8274	784 494	1	6240	14 514
2016	1446,651	482 217	49 942	8874	541 033	9,7	46 775	55 649
2017	1288,549	429 516	135 525	8879	573 920	14	60 132	69 011
2018	1330,981	443 660	138 325	47 907	629 892	4,8	21 296	69 203
2019	1251,777	417 259	133 775	9577	560 611	6,1	25 453	35 030
2020	1388,216	462 739	194 022	46 136	702 897	8	37 019	83 155
2021	2296,383	765 461	255 242	51 180	1 071 883	4	30 618	81 798
2022	3483,140	1 161 047	352 152	57 176	1 570 375	2	23 221	80 397
2023	2018,499	672 833	85 720	11 590	770 143	2,2	14 802	26 392
2024	2534,080	844 693	183 122	22 008	1 049 823	4,8	40 545	62 553
Чавыча / Chinook salmon								
2010	23,485	3217	6952	502	10 671	6,0	193	695
2011	15,190	2081	667	567	3315	8,0	166	733
2012	6,017	824	945	412	2181	3,9	32	444
2013	14,008	1919	2926	402	5247	4,0	77	479
2014	12,853	1761	20 590*	400	22 751	22,0	387	787
2015	6,239	855	20 590*	383	21 828	10,4	89	472
2016	10,425	1428	13 642	393	15 463	3,0	43	436
2017	7,088	971	2137	373	3481	6,0	58	431
2018	8,156	1117	791	516	2424	15,7	175	691
2019	8,229	1127	1402	418	2947	14,7	165	583
2020	8,488	1163	3198	1073	5434	13,8	160	1233
2021	16,311	2234	16 065	1305	19 604	17,9	400	1705
2022	25,918	3550	5086	1876	10 512	3,3	117	1993
2023	27,198	3726	15 725	1735	21 186	12,1	451	2186
2024	36,168	4955	7300	830	13 085	19,5	966	1796
Кера / Chum salmon								
2010	1360,068	453 356	56 573	3133	513 062	3,0	13 601	16 734
2011	863,542	287 847	1440	940	290 227	7,0	20 149	21 089
2012	1299,023	433 008	30 971	4261	468 240	3,3	14 289	18 550
2013	2545,472	848 491	11 995	3952	864 438	3,3	28 000	31 952
2014	3206,157	1 068 719	4099	1762	1 074 580	4,0	42 749	44 511
2015	2204,250	734 750	44 934*	1852	781 536	2,0	14 695	16 547
2016	828,333	276 111	25 890	1680	303 681	4,0	11 044	12 724
2017	1712,594	570 865	71 342	2842	645 049	4,0	22 835	25 677
2018	1670,664	556 888	43 124	5374	605 386	4,7	26 174	31 548
2019	907,775	302 592	17 404	1704	321 700	3,3	9834	11 538
2020	1172,663	390 888	16 374	2274	409 536	9,7	37 916	40 190
2021	1619,946	539 982	112 669	5669	658 320	2,6	14 040	19 709
2022	1550,978	516 993	89 048	3048	609 089	1,2	6204	9252
2023	1897,362	632 454	53 207	2607	688 268	1,8	11 384	13 991
2024	2137,538	712 513	53 466	2466	768 445	0	0	2466

Примечание. 1. Для расчета численности рыб взята средняя масса производителей тихоокеанских лососей согласно приказу Минсельхоза России от 30.01.2015 № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) ВБР, необходимого для обеспечения сохранения ВБР и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)». 2. Для чавычи при закладке икры на ЛРЗ в годы низких возвратов к заводу осуществляли облов диких рыб в границах РВУ. 3. * – численность рыб на нерестилищах определена на основе среднесрочных показателей интенсивности промысла и пропуска производителей на нерест.
Note. 1. According to the Order № 25 “On approval of the Methodology for calculating the volume of production (catch) of aquatic biological resources, necessary to ensure the conservation of aquatic biological resources and the operation of fish hatcheries in the implementation of fisheries for the purposes of aquaculture (fish farming)” issued 30.01.2015 by Ministry of Agriculture of Russia, the abundance of fish was calculated based on the mean body weight of adult Pacific salmon. 2. For Chinook salmon, when taking eggs for hatchery incubation in years of low returns of chinook salmon to the hatchery, wild fish were caught within the boundaries of the hatchery plot on the river. 3. * – the number of fish on spawning grounds was evaluated based on the average long-term indicators of fishing intensity and adult escapement to spawning.

отнерестившихся и вернувшихся производителей именно для дикой кеты р. Паратунки.

Исследования по оценке эффективности нереста диких и заводских тихоокеанских лососей Камчатки предполагается провести в ближайшей перспективе. Это даст возможность определить, насколько оправданно осуществление искус-

ственного воспроизводства в отношении камчатских лососей. В данном случае делаем акцент именно на конкретных региональных лососевых запасах, так как в водных экосистемах Камчатки в настоящее время осуществляется наиболее эффективное воспроизводство нативных стад тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России.

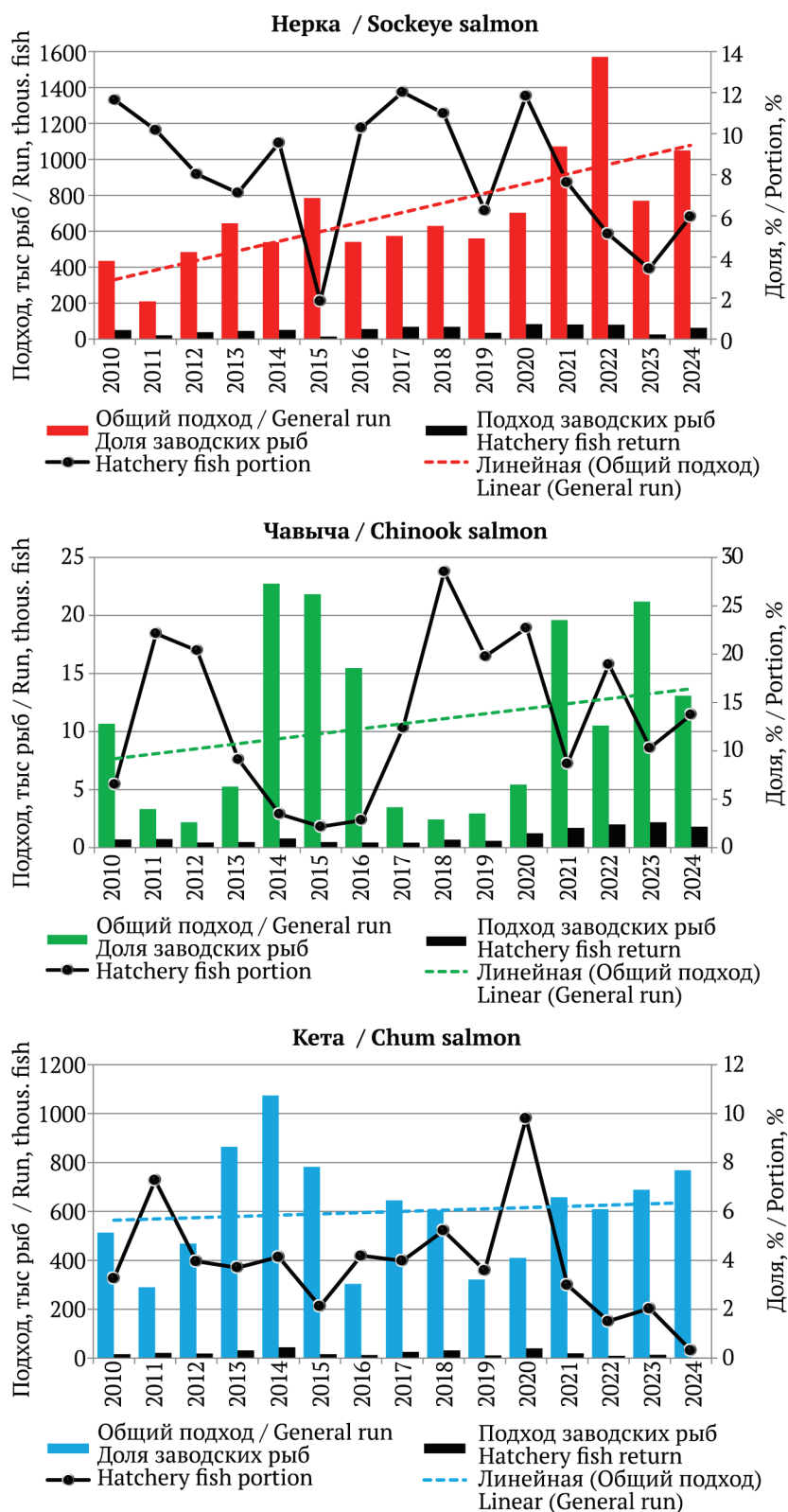


Рис. 5. Динамика численности подходов тихоокеанских лососей естественного и искусственного воспроизводства в бассейн р. Большой в 2010–2024 гг.
Fig. 5. Dynamics of wild and hatchery Pacific salmon returns in the basin of the Bolshaya R. in 2010–2024

Оценка эффективности работы ЛРЗ

Эффективность работы ЛРЗ определяется на основе оценок численности возвратов производителей в базовый водоем в соотношении с объемами выпуска молоди. В качестве сравнительного критерия используют коэффициенты возвратов. В настоящее время расчеты КВ заводских тихоокеанских лососей р. Большой с учетом возрастного состава производителей в подходах завершены для ряда поколений 2007–2020 гг. (табл. 8).

В результате проведенных исследований получены следующие среднееголетние значения КВ для заводских тихоокеанских лососей р. Большой: ЛРЗ «Малкинский»: нерка — 5,57 (1,04–12,88)%, чавыча — 0,11 (0,02–0,24)%; ЛРЗ «Озерки»: нерка — 0,14 (0,02–0,25)%, кета — 0,88 (0,34–2,42)%.

Полученные оценки КВ показывают высокую вариабельность на среднееголетнем уровне. Поэтому дадим характеристику этого показателя отдельно для каждого вида.

Нерка. Представленные КВ вида дают возможность оценить эффективность работы «тепловодного» (ЛРЗ «Малкинский») и «холодноводного» (ЛРЗ «Озерки») заводов. Следует отметить очень высокую эффективность работы ЛРЗ «Малкинский»: КВ в среднем составил 5,57%. Соответственно, ЛРЗ «Озерки» демонстрирует низкий показатель эффективности работы: КВ в среднем равен 0,14%.

По опубликованным данным специалистов КамчатНИРО, КВ нерки ЛРЗ «Малкинский» в 2000-е гг. в среднем составляли 2,10% (Бугаев и др., 2015). В более ранней публикации на ос-

нове наблюдений конца 1990 – первой половине 2000-х гг. было отмечено, что в отдельные годы КВ вида достигали здесь 4,43% (Смирнов и др., 2006). Из этих данных понятно, что оценки КВ нерки ЛРЗ «Малкинский» в 1990–2000-е гг. варьировали приблизительно на уровне 2–4%. Отметим, что это тоже достаточно высокий показатель возвратов для нерки искусственного воспроизводства. По имеющимся данным от зарубежных специалистов, обычно КВ для этого вида на ЛРЗ США и Канады составляют около 1–3%, реже достигают 5–6% (Марковцев, 2010). Следовательно, полученный показатель КВ для 2010-х гг. (5,57%) можно трактовать как высокоэффективный.

В свою очередь, ЛРЗ «Озерки» демонстрирует низкую эффективность по искусственному воспроизводству нерки. Об этом же свидетельствуют незначительные оценки КВ, полученные для этого вида в 1990–2000-е гг., которые варьировали на уровне 0,06–0,11% (Смирнов и др., 2006; Бугаев и др., 2015). По среднееголетним данным 2010-х гг. показатель КВ изменился незначительно, достигнув 0,14%.

В целом отметим, что среднееголетняя доля заводских рыб в подходах нерки р. Большой по данным 2010–2024 гг. составляла 8,1% (рис. 5). Это достаточно высокий показатель, который согласуется с эффективным воспроизводством вида на ЛРЗ «Малкинский».

Чавыча. Полученный КВ для этого вида на ЛРЗ «Малкинский» по данным 2007–2020 гг. в среднем составил 0,11%. По имеющимся данным 1990–2000-х гг. уровень КВ чавычи варьировал в пределах 0,15–0,53% (Смирнов и др.,

Таблица 8. Оценки коэффициентов возврата (КВ) производителей заводских тихоокеанских лососей р. Большой по данным 2007–2020 гг.
Table 8. Return coefficients (RC) for hatchery Pacific salmon individuals in the Bolshaya R. on the data for 2007–2020

Год Year	ЛРЗ «Малкинский» / Malkinsky SH				ЛРЗ «Озерки» / Ozerki SH			
	Нерка Sockeye salmon		Чавыча Chinook salmon		Нерка Sockeye salmon		Кета Chum salmon	
	Выпуск, млн экз. Release, mln fish	КВ, % RC, %	Выпуск, млн экз. Release, mln fish	КВ, % RC, %	Выпуск, млн экз. Release, mln fish	КВ, % RC, %	Выпуск, млн экз. Release, mln fish	КВ, % RC, %
2007	0,533	1,42	0,799	0,13	9,283	0,19	1,109	0,50
2008	0,534	1,04	0,780	0,11	8,605	0,17	1,549	0,78
2009	0,574	2,67	0,784	0,09	9,297	0,09	1,594	0,34
2010	0,605	5,04	0,877	0,02	10,052	0,02	1,117	1,42
2011	0,613	6,62	0,814	0,12	13,609	0,14	3,236	0,63
2012	0,569	1,99	0,911	0,05	11,835	0,13	0,993	2,42
2013	0,546	6,75	0,910	0,05	13,056	0,25	4,175	0,34
2014	0,559	6,11	0,999	0,04	13,355	0,12	4,328	0,92
2015	0,583	6,96	0,894	0,05	13,881	0,21	1,829	0,79
2016	0,619	4,69	0,988	0,13	15,063	0,11	2,007	1,48
2017	0,557	12,88	0,907	0,12	5,382	0,16	1,815	0,91
2018	0,652	6,45	0,949	0,24	13,654	0,14	2,904	0,82
2019	0,576	11,05	0,874	0,20	14,747	0,12	1,751	0,56
2020	0,540	4,33	0,907	0,21	17,591	0,11	1,792	0,42
Среднее / Mean		5,57		0,11		0,14		0,88

2006; Бугаев и др., 2015). В пределах Дальнего Востока России чавычу искусственно воспроизводят только на Камчатке. Поэтому нет возможности сравнить эффективность воспроизводства данного вида с отечественными заводами. Однако по данным североамериканских специалистов, КВ чавычи в 2000-е гг. изменялся в пределах 0,4–3,0% (Марковцев, 2010). Причем в последние годы наблюдений было отмечено его снижение.

Таким образом, эффективность искусственного воспроизводства чавычи на ЛРЗ «Малкинский» в 2010-е гг. незначительно снизилась относительно периода 2000-х гг. При этом среднесуточная доля заводских рыб в подходах чавычи р. Большой в 2010–2024 гг. оставалась максимальной для всех рассматриваемых видов тихоокеанских лососей — 13,4% (рис. 5). Это свидетельствует о заметном вкладе рыб искусственного воспроизводства в структуру запасов чавычи данного водного объекта. Наиболее разумным объяснением несоответствия низкой эффективности ЛРЗ «Малкинский» и относительно высокой численности в подходах вида является низкий уровень нативных запасов чавычи р. Большой. Можно предположить, что вклад ЛРЗ «Малкинский» в сохранение общего локального запаса вида играет позитивную роль. Однако нельзя забывать, что в силу естественной малочисленности вида именно чавыча в большей степени подвержена эффекту замещения диких рыб на заводских. Не исключено, что в настоящее время наблюдается именно этот эффект.

Кета. Полученный среднесуточный показатель КВ для этого вида на ЛРЗ «Озерки» по данным 2007–2020 гг. составил 0,88%. Для периода 1990–2000-е гг. КВ кеты составляли 0,24–0,29% (Смирнов и др., 2006; Бугаев и др., 2015). Видно, что в 2010-е гг. эффективность искусственного воспроизводства вида в бассейне р. Большой заметно возросла.

Сопоставляя данные об эффективности воспроизводства кеты на ЛРЗ «Озерки» с другими регионами Дальнего Востока России, отметим следующее. Данный вид является наиболее востребованным объектом пастбищной аквакультуры в мире. В основном это связано с его высокой толерантностью к условиям воспроизводства, широтой репродуктивного ареала и экономической рентабельностью выхода продукции. Однако существует заметная разница в уровнях эффективности воспроизводства кеты в «северной» и

«южной» частях ареала. На «северных» ЛРЗ Дальнего Востока России (Магаданская область, Камчатский край) возврат производителей от выпуска молоди, как правило, составляет менее 1% (Хованский, 2004; Смирнов и др., 2006; Марковцев, 2011; Бугаев и др., 2015). На «южных» ЛРЗ (Сахалинская область, Хабаровский край, Приморский край) показатель КВ в лучшие годы варьирует в пределах 2,0–2,5%. На ЛРЗ Японии КВ может достигать 3–4% (Марковцев, 2010).

Исходя из изложенного, понятно, что ЛРЗ «Озерки» в 2010-е гг. показывает стандартные показатели эффективности работы по искусственному воспроизводству кеты, характерные для «северных» регионов. Однако вариabельность возвратов вида на уровне 0,2–0,9% не может быть экономически оправдана для содержания ЛРЗ. Ранее различными специалистами указывалось, что потенциальное развитие частных предприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей (кеты и нерки) в пределах Камчатского края и Магаданской области не будет отвечать требованиям экономической целесообразности (Марковцев, 2011).

Резюмируя вышесказанное, можно сделать некоторые общие выводы:

1) эффективность работы «тепловодных» ЛРЗ заметно выше, чем «холодноводных», что обусловлено возможностью подращивания молоди до максимальных навесок, повышающих выживаемость рыб при переходе в естественную среду обитания;

2) влияние заводских стад на структуру запасов тихоокеанских лососей р. Большой наиболее заметно проявляется для нерки и чавычи, воспроизводящихся на «тепловодном» ЛРЗ;

3) отмечено увеличение эффективности работы ЛРЗ в 2010-е гг. по сравнению с 1990–2000-ми для двух массовых видов тихоокеанских лососей — нерки и кеты; по чавыче показатели относительно стабильны;

4) строительство новых ЛРЗ в бассейне р. Большой потенциально опасно для воспроизводства диких лососевых популяций, так как суммарный вклад всех заводских рыб в структуру общих подходов нерки, чавычи и кеты превышает 5%-й порог, рекомендуемый для водных объектов с нативными запасами тихоокеанских лососей;

5) в пределах Камчатского края работа «холодноводных» ЛРЗ экономически нерентабельна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы было оценено состояние запасов заводских тихоокеанских лососей, воспроизводящихся на ЛРЗ «Малкинский» («тепловодный») и «Озерки» («холодноводный»). Среднемноголетний объем выпуска молоди по данным 2001–2025 гг. составил: ЛРЗ «Малкинский»: нерка — ~0,7 млн рыб, чавыча — ~0,9 млн рыб; ЛРЗ «Озерки»: нерка — ~11,7 млн рыб, кета — ~2,5 млн рыб. Среднемноголетние оценки возвратов (подходов) заводских производителей в р. Большой по данным 2010–2024 гг. соответствовали следующим показателям: нерка — 52,40 млн рыб, чавыча — 0,98 млн рыб, кета — 21,10 млн рыб. Их долевой вклад в общую структуру запасов (дикие и заводские рыбы) указанных видов тихоокеанских лососей составил: нерка — 8,1%, чавыча — 13,4%, кета — 3,9%. Высокая доля заводской чавычи в подходах объясняется, прежде всего, относительно низкой численностью нативных запасов вида.

Динамика численности подходов заводских тихоокеанских лососей р. Большой в 2010–2024 гг. относительно стабильная. Отмечаются слабовыраженные тренды увеличения численности подходов чавычи и нерки. У кеты, наоборот, наблюдается незначительный тренд на снижение уровня подходов. При этом для общих подходов диких и заводских рыб четко выраженный тренд на увеличение численности имеется только у нерки. У чавычи и кеты тренды численности близки к нейтральным показателям.

Однако по чавыче, наиболее вероятно, представленные закономерности общих подходов производителей не в полной мере отражают объективную ситуацию. Это связано с ННН-промыслом вида в бассейне р. Большой, так как чавыча — наиболее востребованный объект браконьерского лова. В отношении нерки и кеты негативное влияние данного вида рыболовства не столь заметно, так как они относятся к массовым видам.

У всех видов тихоокеанских лососей р. Большой, воспроизводящихся на ЛРЗ, по данным 2001–2024 гг. наблюдается снижение размерно-массовых показателей. Эта закономерность согласуется с таковой, отмеченной для нативных лососевых запасов как Камчатки, так и всего Дальнего Востока России. Наиболее вероятной причиной этой тенденции являются общие глобальные климато-океанологические изменения, вызвавшие экосистемные перестройки

в районах нагула тихоокеанских лососей в бассейне Северной Пацифики.

Сравнительная оценка эффективности работы ЛРЗ «Малкинский» и «Озерки» в отношении нерки показала высокий уровень возвратов производителей вида для «тепловодного» завода. Среднемноголетние коэффициенты возвратов (КВ) нерки по данным 2007–2020 гг. имели следующие показатели: ЛРЗ «Малкинский» — 5,57%, ЛРЗ «Озерки» — 0,14%. Показатели КВ для чавычи и кеты составили 0,11% и 0,88% соответственно. Как ранее было отмечено, высока вероятность, что у чавычи уровень потенциальных подходов и, соответственно, КВ выше обозначенного показателя. Это может быть связано с недоучетом рыб, которые зашли на нерест в бассейн р. Большой. Основной причиной сложившейся ситуации является высокий пресс браконьерского промысла на вид.

В целом следует отметить, что уровень искусственного воспроизводства в бассейне р. Большой превысил 5%-й порог, который принят на международном уровне в качестве допустимого для водных объектов, где осуществляется естественное воспроизводство лососевых запасов. Это указывает на категорический запрет на потенциальное строительство новых ЛРЗ в данном водоеме. Кроме того, полученные многолетние показатели КВ для «холодноводного» ЛРЗ «Озерки» на уровне 0,1–0,9% указывают на нерентабельность искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей для данного типа заводов в пределах Камчатского края.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Акиничева Е.Г., Изергин И.Л., Фомин Е.А. 2004. Об организации исследований по идентификации тихоокеанских лососей на основе термического маркирования их отолитов // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : Сб. науч. тр. Вып. 2. Магадан: МагаданНИРО. С. 364–374.
- Бугаев А.В., Зикунцова О.В., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В., Баева В.Н. 2025. Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2024–2025 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 205, вып. 4. С. 551–595. EDN: MHNURC. doi:10.26428/1606-9919-2025-205-551-595
- Бугаев А.В., Растягаева Н.А., Ромаденкова Н.Н., Кудзина М.А., Давидюк Д.А., Гаврюсева Т.В., Устищенко Е.А., Бочкова Е.В., Погодаев Е.Г. 2015. Результаты многолетнего биологического мониторинга тихоокеанских лососей рыбоводных

- заводов Камчатского края // Изв. ТИНРО. Т. 180. С. 273–309. EDN: TUESFX.
- Бугаев А.В., Тепнин О.Б. 2024. Климат и тихоокеанские лососи. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 280 с. ISBN: 978-5-902210-46-7. EDN: YVAMSM. doi:10.15853/9785902210467
- Бугаев В.Ф. 1992. Возрастная структура азиатской нерки *Oncorhynchus nerka* и методические аспекты ее оценки // Вопр. ихтиологии. Т. 32, вып. 3. С. 36–51.
- Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка – 2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 380 с. EDN: YHLBWJ.
- Дубынин В.А., Бугаев В.Ф., Шевляков Е.А. 2007. О возможном прилове морскими ставными неводами в районе второстепенных рек Западной Камчатки нерки, не принадлежащей стадам этих рек // Изв. ТИНРО. Т. 149. С. 226–241. EDN: YHLBWJ.
- Заварина Л.О. 2010. О динамике биологических показателей и тенденциях изменения численности кеты *Oncorhynchus keta* р. Большая (Юго-Западная Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 18. С. 38–57. EDN: MWGAUT.
- Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2017. Структура возврата, численность и биологические характеристики заводской и дикой кеты в бассейне реки Паратунки (Юго-Восточная Камчатка) в 2010–2015 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 190. С. 49–61. EDN: ZEGICT. doi:10.26428/1606-9919-2017-190-49-61
- Зикунова О.В. 2022. Основные аспекты биологии и принципы рационального использования запасов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* Камчатки : Автореф. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 23 с. EDN: EZJXNA.
- Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. 2013. Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 304 с. EDN: WEXBZT.
- Лихатович Д. 2014. Лосось без рек: история кризиса тихоокеанских лососей. Пер. на рус. яз. А.Р. Моисеев. Владивосток: Дальний Восток. 392 с.
- Марковцев В.Г. 2010. Международная конференция «Взаимодействие искусственно разведенных и диких лососей» // Бюл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 64–74.
- Марковцев В.Г. 2011. Современное состояние и перспективы разведения лососей на Дальнем Востоке // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 170–183. EDN: CNSEUV.
- Остроумов А.Г. 1962. Опыт применения аэрометодов учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Кн. ред. «Камчатской правды». 41 с.
- Остроумов А.Г. 1964. Опыт применения аэрометодов для заполнения нерестилищ лососями // Лососевое хозяйство Дальнего Востока. С. 90–100.
- Смирнов Б.П., Леман В.Н., Шульгина Е.В. 2006. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в России: современное состояние, проблемы и перспективы / Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока : Матер. Междунар. науч. семинара. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. С. 12–20.
- Хованский И.Е. 2004. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства. Хабаровск: Хабаровское кн. изд-во. 417 с. EDN: TQTVHJ.
- Шевляков Е.А., Дубынин В.А., Зорбиди Ж.Х., Заварина Л.О., Попова Т.А., Артюхина Н.Б., Горин С.Л., Коваль О.О. 2013. Современное состояние лососевого комплекса реки Большой (Западная Камчатка): воспроизводство, промысел, управление // Изв. ТИНРО. Т. 174. С. 3–37. EDN: RSTEUL.
- Davis N.D. 2018. Methods for pacific salmon scale studies / The ocean ecology of Pacific salmon and trout. Ed. R.J. Beamish. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. P. 989–999.
- Davis N.D., Myers K.W., Walker R.V., Harris C.K. 1990. The Fisheries Research Institute's high-seas salmonid tagging program and methodology for scale pattern analysis // Amer. Fish. Soc. Symp. № 7. P. 863–879.
- Ito S., Ishida Y. 1998. Species identification and age determination of pacific salmon *Oncorhynchus* spp. by scale patterns // Bull. of the National Res. Inst. of Far Seas Fisheries. № 35. P. 131–153.
- Keefer M.L., Caudill C.C. 2014. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates // Rev. Fish. Biol. Fisheries. № 24. P. 333–368. EDN: SPRU. doi:10.1007/s11160-013-9334-6
- Oxman D.S., McNeel K.W., Munro A.R. 2018. Otolith marking / The ocean ecology of Pacific salmon and trout. Ed. R.J. Beamish. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. P. 1000–1019.
- Quinn T.P. 2005. The behavior and ecology of pacific salmon and trout. Seattle: University of Washington Press. 378 p.
- Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructural

examination. Columbia: Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute. 85 p.

Stevenson D.K., Campana S.E. 1992. Otolith microstructure examination and analysis. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. № 117. 130 p.

REFERENCES

Akinicheva E.G., Izergin I.L., Fomin E.A. On the organization of research on the identification of Pacific salmon based on thermal marking of their otoliths]. *Sostojanie rybohozyajstvennyh issledovanij v basseine severnoj chaste Ohotskogo morja: sbornik nauchnykh trudov* [State of fishery researches in the basin of Northern Okhotsk Sea: collection of scientific articles]. State of fisheries, vol. 2. Magadan: MagadanNIRO, 2004, pp. 364–374.

Bugaev A.V., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Shubkin S.V., Baeva V.N. Analitic review of salmon fishing campaigns in Kamchatka Territory in 2024–2025. *Izvestiya TINRO*, 2025, vol. 205 (4), pp. 551–595. (In Russ.) EDN: MHHURC. doi:10.26428/1606-9919-2025-205-551-595

Bugaev A.V., Rastyagaeva N.A., Romadenkova N.N., Kudzina M.A., Davidyuk D.A., Gavryuseva T.V., Ustimenko E.A., Bochkova E.V., Pogodaev E.G. Results of long-term biological monitoring of Pacific salmon of hatcheries of Kamchatka Territory. *Izvestiya TINRO*, 2015, vol. 180, pp. 273–309. (In Russ.) EDN: TUESFX.

Bugaev A.V., Tepnin O.B. *Klimat i Tikhookeanskije lososi* [Climate and Pacific salmon]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2024, 280 p. EDN: YVAMSM.

Bugaev V.F. Age structure of Asian sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* and methodical aspects of assessment. *Journal of Ichthyology*, 1992, vol. 32 (3), pp. 36–51. (In Russ.)

Bugaev V.F. Asian sockeye salmon – 2 (biological structure and local stock abundance dynamics in late XX – early XXI centuries). Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011, 380 p. (In Russ.) EDN: YHLBWJ.

Dubynin V.A., Bugaev V.F., Shevlyakov E.A. On possible bycatch of sockeye by sea trap-nets near some minor rivers of the Western Kamchatka, when the sockeye is not belonging to the stocks of these rivers. *Izvestiya TINRO*, 2007, vol. 149, pp. 226–241. (In Russ.) EDN: YHLBWJ.

Zavarina L.O. About the dynamics of the biological indexes and the trends of the Bolshaya River (South-Western Kamchatka) chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stock abundance. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west*

part of the Pacific Ocean, 2010, vol. 18, pp. 38–57. (In Russ.) EDN: MWGAUT.

Zaporozhets G.V., Zaporozhets O.M. Structure of run, abundance and biological characteristics of hatchery and wild chum salmon in the basin of the Paratunka River (Southeastern Kamchatka) in 2010–2015. *Izvestiya TINRO*, 2017, vol. 190, pp. 49–61. (In Russ.) EDN: ZEGICT.

Zikunova O.V. *Osnovnye aspekty biologii i printsipy ratsionalnogo ispolzovaniya zapasov chavychi Oncorhynchus tshawytscha Kamchatki: avtoreferat* [General aspects of biology and principles of rational use of Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* stocks of Kamchatka: abstract]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2022. 23 p. EDN: EZJXNA. Karpenko V.I., Andrievskaya L.D., Koval M.V. *Pitaniye i osobennosti rosta tikhookeanskikh lososey v morskikh vodakh* [Feeding and growth specifics of Pacific salmon in the sea waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2013, 304 p. (In Russ.) EDN: WEXBZT.

Lichatowich J. Salmon without rivers: A History of the Pacific Salmon Crisis. Island Press, 1999, 376 p. EDN: WEXBZT.

Markovtsev V.G. International conference “Interactions between hatchery and wild salmon”. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, 2010, vol. 5, Vladivostok: TINRO, pp. 64–74. (In Russ.)

Markovtsev V.G. Modern state and prospects of Pacific salmon farming in Far East. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, 2011, vol. 6, Vladivostok: TINRO, 2011, pp. 170–183. (In Russ.) EDN: CNSEUV. Ostroumov A.G. *Opyt primeneniya aerometodov ucheta tohookeanskikh lososey rekah Kamchatki* [Experience in using aerial methods for counting Pacific salmon in Kamchatka rivers]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 1962, 41 p.

Ostroumov A.G. Experience in using aerial method assessmen of salmon in spawning grounds. *Lososevoe khozyaystvo Dalnego Vostoka*, 1964, pp. 90–100. (In Russ.)

Smirnov B.P., Leman V.N., Shulgina E.V. Hatchery reproduction of Pacific salmon in Russia: modern state, problems and perspectives. *Materials of international workshop “Current problems of salmon hatcheries of Far East”*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2006, pp. 12–20.

Khovansky I.E. *Ekologo-fiziologicheskiye i biotekhnologicheskiye faktory effektivnosti lososevodstva* [Ecological-physiological and biotechnological factors of salmon raising efficiency]. Khabarovsk, 2004, 417 p. EDN: TQTVHJ.

Shevlyakov E.A., Dybynin V.A., Zorbidi Zh.Kh., Zavarina L.O., Popova T.A., Artyukhina N.B., Go-

rin S.L., Koval O.O. Modern state of the Bolshaya River salmon complex (West Kamchatka): reproduction, fishery, management. *Izvestiya TINRO*, 2013, vol. 174, pp. 3–37. (In Russ.) EDN: RSTEUL.

Davis N.D. Methods for Pacific salmon scale studies. The ocean ecology of Pacific salmon and trout. R.J. Beamish (Ed.). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 2018, pp. 989–999.

Davis N.D., Myers K.W., Walker R.V., Harris C.K. The Fisheries Research Institute's high-seas salmonid tagging program and methodology for scale pattern analysis. *Amer. Fish. Soc. Symp.*, 1990, № 7, pp. 863–879.

Ito S., Ishida Y. Species identification and age determination of Pacific salmon *Oncorhynchus* spp. by scale patterns. *Bull. of the National Res. Inst. of Far Seas Fisheries*, 1998, № 35, pp. 131–153.

Keefer M.L., Caudill C.C. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, 2014, № 24, pp. 333–368.

Oxman D.S., McNeel K.W., Munro A.R. Otolith marking / The ocean ecology of Pacific salmon and trout. R.J. Beamish (Ed.). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 2018, pp. 1000–1019.

Quinn T.P. The behavior and ecology of Pacific salmon and trout. Seattle: University of Washington Press, 2005, 378 p.

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.

Stevenson D.K., Campana S.E. Otolith microstructure examination and analysis. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 1992, № 117, 130 p.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Авторы заявляют, что данное исследование не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные данные оформлены в соответствии с ГОСТом. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this work does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data used in the review are formatted in accordance with GOST (the Russian State Standard). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHORS' CONTRIBUTION INFORMATION

А.В. Бугаев — аналитическая обработка материалов, написание статьи. Н.А. Растягаева — аналитическая обработка данных и подготовка демонстрационных материалов.

A.V. Bugaev – analytical processing of materials, writing an article. N.A. Rastyagaeva – analytical processing of data and preparation of demonstration materials.

Информация об авторах

А.В. Бугаев — докт. биол. наук, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО).

ORCID: 0000-0001-6646-3241

Н.А. Растягаева — зав. сектором искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО).

ORCID: 0009-0004-3758-8095

Information about the authors

Alexander V. Bugaev – D. Sc. (Biology), Deputy Head of KamchatNIRO.

ORCID: 0000-0001-6646-3241

Nadezhda A. Rastyagaeva – Head of Sector of Pacific salmon artificial reproduction sector of the Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO).

ORCID: 0009-0004-3758-8095

Статья поступила в редакцию / Received:
05.12.2025

Одобрена после рецензирования / Revised:
07.12.2025

Статья принята к публикации / Accepted:
08.12.2025