

Камчатский филиал Тихоокеанского института
географии (КФ ТИГ) ДВО РАН

Камчатский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО)

Г. В. Запорожец, О. М. Запорожец

Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики



Петропавловск-Камчатский
Издательство «Камчатпресс»
2011

УДК 597.553.2; 639.211.2; 639.371.1; 639.043 ББК 28.693,32 3-33

Запорожец Г. В., Запорожец О. М.

3-33 Лососевые **рыбоводные** заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. - Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. - 268 с. Табл. - 16, ил. - 83, библ. - 327 назв.

ISBN 978-5-9610-0168-6

Монография знакомит с историей развития искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в странах Северотихоокеанского региона. Изложены подробности технологических процессов и результаты деятельности лососевых рыбоводных заводов в разных странах.

Основное внимание уделено лососеводству на Камчатке, оценке его эффективности, в том числе экономической, а также разнообразным последствиям. Показаны проблемы заводского разведения и некоторые пути их решения. Сделан акцент на необходимости экосистемного подхода при планировании и осуществлении действий по восстановлению численности подорванных лососевых ресурсов.

Книга иллюстрирована фотографиями и рисунками и представляет интерес для широкого круга читателей: биологов, рыбоводов, студентов и всех, неравнодушных к жизни и судьбе тихоокеанских лососей.

УДК 597.553.2; 639.211.2; 639.371.1; 639.043 ББК 28.693.32

Издано по решению Ученого совета Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН

Рецензенты:

д-р биол. наук А. М. Токранов (КФ ТИГ ДВО РАН),

д-р биол. наук Ю. П. Дьяков (КамчатНИРО),

канд. биол. наук Ж. Х. Зорбиди (КамчатНИРО)

Фотографии - О. М. Запорожец

Оригинал-макет - М. О. Запорожец

Перевод - А. А. Николаева

Книга издана в рамках издательского проекта Тихоокеанского центра охраны окружающей среды и природных ресурсов (PERC) «Сохранение запасов и разнообразия тихоокеанских лососей Камчатки», финансируемого фондом Gordon and Betty Moore Foundation

© Запорожец Г. В.,
Запорожец О. М., 2011

© КФ ТИГ ДВО РАН, 2011

ISBN 978-5-9610-0168-6

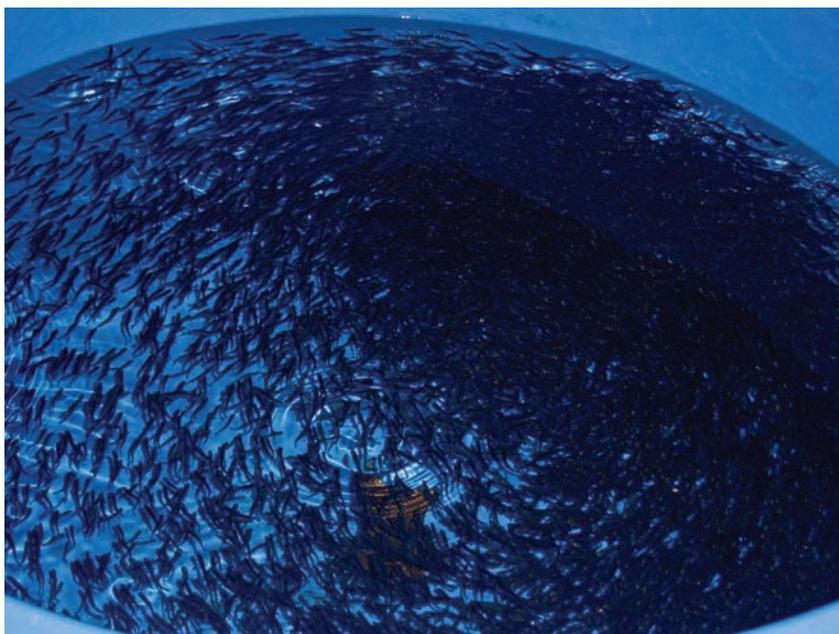
© КамчатНИРО, 2011

**Kamchatka Branch of the Pacific
Institute of Geography (KB TIG DVO RAN)**

**Kamchatka Research Institute
of Fisheries & Oceanography (KamchatNIRO)**

***Galina V. Zaporozhets
Oleg M. Zaporozhets***

Salmon hatcheries of Far East in the North Pacific ecosystems



Petropavlovsk-Kamchatsky
"Kamchatpress"
2011

Zaporozhets G. V., Zaporozhets O. M.

Salmon hatcheries of Far East in the North Pacific ecosystems. – Petropavlovsk-Kamchatsky : Kamchatpress, 2011. – 268 p.
Tables – 16, illustrations – 83, bibliography – 327

ISBN 978-5-9610-0168-6

The monograph provides historical review about development of artificial culture of Pacific Salmon in the countries within the North Pacific region. Technological details and results of salmon hatchery cultivation in different countries are described.

Principle attention is provided to describe experience of salmon hatcheries in Kamchatka, efficiency of the hatcheries, including economical benefits and diverse effects brought. Problems of hatchery rearing and some ways to make them minimal are demonstrated. Priority of ecosystem approach in planning and accomplishing steps for salmon resource or stock abundance restoration has emphasized.

The book is illustrated by photographs and figures and should be interesting for general community of readers: biologists, fish farmers, students and general public, interested in the fate and life of Pacific Salmon.

Published by decision of the Scientific Council of
Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute

Peer reviewed:

A. M. Tokranov, Ph.D. (KB PGI FED RAS);
Yu. P. Diakov, Ph.D. (KamchatNIRO);
Zh. Kh. Zorbidi, Ph.D. (KamchatNIRO)

Photographs by O. M. Zaporozhets
Design by M. O. Zaporozhets

The book is sponsored by the Pacific Environment and Resources Center (PERC) and the Gordon and Betty Moore Foundation within Project "Conservation of Resources and Diversity of Pacific Salmon of Kamchatka"

Scientific publication distributed for free

© Zaporozhets G. V.,
Zaporozhets O. M., 2011
© KB PGI FED RAS, 2011
© KamchatNIRO, 2011

ISBN 978-5-9610-0168-6

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ ЛОСОСЕВОДСТВА.....	9
РАЗВИТИЕ ЛОСОСЕВОДСТВА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА И ЕГО СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ В СТРАНАХ СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКИ.....	28
США.....	28
Канада.....	45
Япония.....	50
Южная Корея и Китай.....	60
Россия.....	62
Сахалинская область (Сахалино-Курильский регион).....	62
Хабаровский край.....	76
Приморский край.....	84
Магаданская область.....	91
Камчатский край.....	98
Малкинский ЛРЗ.....	99
Паратунский ЛРЗ.....	111
Вилюйский ЛРЗ.....	112
ЛРЗ «Озерки».....	118
ЛРЗ «Кеткино».....	122
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛОСОСЕЙ НА КАМЧАТСКИХ ЛРЗ.....	125
Кета.....	141
Нерка.....	147
Чавыча.....	151
Кижуч.....	155
Экономическая оценка деятельности ЛРЗ.....	158
Кета.....	160
Нерка.....	163
Чавыча.....	165
Кижуч.....	166
ПОСЛЕДСТВИЯ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ ПОПУЛЯЦИЯМИ.....	168
Адаптация заводских рыб к жизни в естественной среде.....	169
Взаимодействия в период нерестовой миграции.....	177
Влияние типа воспроизводства на характеристики возвращающихся производителей.....	182
Кета.....	182
Нерка.....	190
Чавыча.....	195
ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА КАМЧАТКЕ.....	199
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	210
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	234

Предисловие Рецензента

Монография Г.В. Запорожец и О.М. Запорожца посвящена анализу состояния дел в одном из важных направлений рыбного хозяйства — лососеводстве. В книге дается история, краткая характеристика развития лососеводства в странах северной Пацифики, его современное состояние. Основное внимание уделяется анализу эффективности воспроизводства лососей на Камчатке. С достаточной глубиной и основательностью описана деятельность камчатских ЛРЗ по разведению наиболее ценных лососевых рыб, таких как кета, нерка, чавыча, кижуч. Приведены характеристики деятельности заводов, дана оценка их эффективности в воспроизводстве лососей, а также экономическая оценка.

Основным заключением авторов является вывод о чрезвычайно низкой эффективности искусственного разведения лососей на Камчатке, не приводящей к достижению поставленных рыбоводами целей. Кроме того, имеет место нанесение существенного урона природным популяциям этих рыб.

Авторы предельно остро обозначили проблему целесообразности осуществления искусственного разведения лососей на Камчатке. Тщательный анализ данной проблемы позволил выделить наиболее уязвимые места в технологии и организации этой деятельности. Вероятно, монография вызовет многочисленные и острые дискуссии. Однако в этом заключается ее большой положительный потенциал, позволяющий с максимальной глубиной и объективностью подойти к решению проблем искусственного разведения этих видов рыб.

Книга представляет большой интерес для работников рыбохозяйственной отрасли, а также для биологов, работников рыбоохраны, студентов.

Главный научный сотрудник КамчатНИРО,
д.б.н. Ю.П. Дьяков



Введение

Лососеводство имеет богатую и давнюю историю. В Европе разводили форель ещё в XVIII в. Тихоокеанских лососей начали выращивать во второй половине XIX века в Северной Америке, затем и в Японии в качестве компенсации убывающих ресурсов, в связи с чрезмерным выловом рыб и уничтожением среды их пресноводного обитания при лесоразработках и сельскохозяйственной деятельности (Kobayashi, 1980; Fuss, 1995; Лихатович, 2004). Ориентация на заводское воспроизводство, без ограничения рыболовства, нанесла тяжёлый урон естественным популяциям лососей в США, особенно в бассейне р. Колумбии, не компенсировав их искусственными (Taylor, 1999; Лихатович, 2004). Япония же значительно преумножила своё рыбное богатство, фактически заместив природные популяции заводскими (Hiroi, 1998), хотя качество возвращающихся произ-

водителей кеты снижается – уменьшаются размеры и масса рыб (Ishida et al., 1993; Kaeriyama, 1996, 1998). В России лососеводство также возникло и развивается в основном, как компенсационная мера из-за деградации природной среды, с целью восстановления и увеличения численности лососевых стад.

Дискуссии о роли заводского разведения лососей, его эффективности и влиянии на состояние воспроизводимых ресурсов и в целом на экосистемы разного уровня не утихают со времени возникновения промышленного лососеводства. Доводы сторонников и противников многочисленны и разнообразны. Мы постарались осветить историю зарождения искусственного воспроизводства лососей в разных странах Тихоокеанского региона, его современное состояние, эффективность, последствия в различных звеньях экосистем и влияние на естественно нерестующие популяции. Наибольший акцент сделан на камчатском лососеводстве, поскольку мы работали в этой области многие годы, выполняя экспериментальные и аналитические исследования, и знакомы непосредственно с ситуацией на всех заводах. По другим регионам обзор выполнен, в основном, с использованием доступных литературных источников и по материалам наших служебных командировок.

В целом, задачей настоящей работы был анализ состояния искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Северной Пацифике, как основа для понимания процессов, происходящих в этой области, находящихся в тесной взаимосвязи с другими элементами экосистем всех уровней.

Авторы благодарят всех, кто помогал в создании этой книги, а также её рецензентов.

Экскурс в Историю Лососеводства

Первые сведения об искусственном размножении лососевых относятся ко второй половине XVIII в. (1763 г.), когда немецкий дворянин Стефан Якоби издал книгу о своих опытах (Тихий, 1957; Лихатович, 2004). К началу XIX в. об этом открытии почти забыли, и лишь в 1841 г. два французских рыбака Д. Реми и А. Жеэн (D. Remy, A. Jehin) заново предложили искусственное оплодотворение форели, что дало заметный импульс для развития рыбоводных хозяйств в Европе того времени, включая Россию (Тихий, 1957; Кох и др., 1980).

В 1853 г. русский дворянин кандидат дипломатии Владимир Павлович Врасский узнал об открытии Реми из практического руководства французского учёного М. Коста, который построил в те годы в верховьях р. Рейн первый крупный лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ) мощностью до 20 млн икринок. В. П. Врасский увлёкся этой идеей, основал в своём имении на Валдае (в Новгородской губернии) Никольский рыбоводный завод, мощностью до 8 млн рыб, существующий по сей день. Он разработал новый для того времени способ оплодотворения икры рыб - сухой, за который позже получил золотые медали Московского общества сельского хозяйства и Парижского общества акклиматизации (Подлесный, 1924; Тихий, 1957).

Успехи европейских рыбоводов вдохновили канадцев и американцев на опыты по искусственному воспроизводству лососей, поскольку к середине XIX века запасы тихоокеанских лососей на крупнейших реках Северной Америки (таких, как Колумбия, Сакраменто,

Фрейзер и др.) заметно подорвали переловы и ухудшение среды обитания молоди рыб из-за лесоразработок, токсичных стоков промышленных предприятий, горно-рудной и сельскохозяйственной деятельности.

До колонизации Северной Америки европейцами тысячи рек, впадающих в Тихий океан, служили местом рунного хода лососей. Чавыча была особенно обильна в бассейнах рек Колумбии и Сакраменто. Кижуч многочисленен от Аляски до залива Монтерей, нерка заселяла водоразделы с озёрами до реки Колумбия на юге. Радужная форель обитала во всей области распространения лососей, занимая видное место в бассейне реки Колумбии, где численность лососей в прошедшие годы оценивали в 10-16 млн рыб в год. Эти, некогда обильные, заходы лососей, сильно упали с начала освоения европейцами территорий Вашингтона и Орегона (Fuss, 1995).

На реках строили каналы, возводили плотины, которые вращали механизмы заводов и фабрик, те, в свою очередь, сбрасывали отходы производства. Горные выработки в верховьях разрушали нерестовые угодья, взбаламучивали воду, делая её непригодной для жизни рыб, их икры, личинок и молоди. Вырубка леса оголяла склоны водосборов, где задерживался снег и другие осадки; ручьи и реки мелели и высыхали, сокращалась площадь нерестилищ, а в оставшихся - повышалась температура воды за пределы толерантного диапазона, способствуя гибели икры и мальков. Выпас скота в поймах водоёмов также постепенно разрушал нерестовые угодья. Значительный вклад в процессы подрыва этих экосистем вносили ирригационные каналы, по которым речную воду разбирали на орошение сельскохозяйственных посадок и пастбищ (Лихатович, 2004).

В этих условиях идея культивирования рыбы в виде создания «рыбных фабрик», призванных не только восстановить былое изобилие, но и дать коммерческую прибыль, легла на очень благоприятную почву. Причём инициаторами её продвижения во многих случаях являлись рыбаки, для которых перспектива наращивания вылова лосося без ограничений, из-за истощения запасов, казалась крайне заманчивой (Taylor, 1999).

Однако такие частные инициативы обычно упирались в отсутствие гарантий, что успех их усилий не перехватят другие рыболовы, стоящие ниже по течению реки. Кардинальным решением было привлечь государственные инвестиции, заинтересовав руководство страны. В США это случилось в 1857 г.: законодатели поручили Джоржу Маршу изучить потребность в рыбоводных заводах. Вскоре он представил своё положительное заключение, но программа получила правительственную поддержку только после окончания Гражданской войны. В 1864 г. законодатели штата Нью-Хэмпшир учредили первую комиссию по рыболовству, которая в дальнейшем занялась перевозками икры с Канады; потом из-за высокой стоимости её стали заготавливать в штате Мэн. Экспериментальные рыбоводные работы продолжались несколько лет и сопровождались рядом неудач (Лихатович, 2004).

В 1870 г. была создана Американская ассоциация рыболовства (US Fish Commission). Первый государственный рыбоводный завод для выращивания тихоокеанских лососей построен в бассейне р. Сакраменто в 1872 г. под руководством Стоуна Ливингстона (Naish et al., 2008). Завод функционировал в основном как инкубатор: икру собирали, оплодотворяли и распределяли по разным штатам Америки, а также отправляли в другие государ-

ства (Германию, Францию, Данию, Голландию, Россию, Новую Зеландию, Австралию и др.). В частности, одной из первых задач была перевозка икры чавычи в при-токи Атлантического побережья США для пополнения истощённых запасов атлантического лосося (Mahnken et al., 1998). При этом рыбоводы, не зная особенностей биологии и экологии разных систематических групп (вид, род и т. д.), не учитывали различий между тихоокеанскими и атлантическими лососями.

В 1877 г. Стоун Ливингстон руководил строительством первого ЛРЗ в бассейне р. Колумбии – в шт. Орегон на р. Кламакас. В шт. Вашингтон искусственное разведение нерки началось в 1896 г. на оз. Бейкер в бассейне реки Скагит и продолжалось до 1933 г. (Mahnken et al., 1998). Эти заводы также включили в сеть межбассейновых перевозок икры. Последствием таких транспортировок являлось дальнейшее уменьшение запасов лососей в реках-донорах. Потомство, полученное от икры, перевезённой в другие реки и даже континенты, не было приспособлено к жизни в новых условиях и, зачастую, погибало, не восполняя утраченные местные биоресурсы. Тем не менее, к 1930 г. в США построили 73 ЛРЗ (Лихатович, 2004).

Реки Аляски, купленной у России в 1867 г., подверглись опустошению рыболовной промышленностью немного позже, чем более южные территории США. Но вскоре консервные заводы заработали и там. Запасы лососей быстро таяли, и по инициативе владельцев этих заводов в 1891 г на р. Карлук (о. Кадьяк) возвели первый аляскинский инкубаторий (Roppel, 1982). В 1900 г. правительство США приняло закон о принудительном строительстве ЛРЗ рыбопромышленниками на Аляске. Таких инкубаториев построили полтора де-

сятка. Сначала они должны были выпускать в 4 раза больше молоди нерки, чем ловили производителей (независимо от вида рыб), затем, соответственно, в 10 раз. Однако промышленники не выполняли этот закон, выпуская значительно меньше личинок, чем их обязывали, а также фальсифицировали данные по выпускам. После долгих дебатов правительство выделило деньги на строительство, и в 1905 г. соорудили первый на Аляске государственный инкубаторий в юго-восточной части территории (Yes Bay). Вторым федеральным инкубаторий строили в 1907-1908 на острове Афогнак близ участка, выбранного в 1889 г. Стоуном Ливингстоном для лососевого заповедника. Обычной практикой стали перевозки икры с Аляски в другие районы США и наоборот. Максимальной мощности по закладке (около 200 млн экз.) аляскинские ЛРЗ достигли к 1910 г. и затем она снижалась до 1936 г., когда закрыли последний из них. *Очевидные доказательства влияния деятельности этих заводов на пополнение запасов отсутствовали, и было решено, что эксплуатация инкубаториев является ненужной тратой денег.* Более разумно обеспечить пропуск на нерестилища достаточного количества лососей, чтобы они оставили потомство в естественных условиях. Политика регулирования промысла победила искусственное воспроизводство (Roppel, 1982).

В Канаде лососеводство поначалу развивалось очень похоже на США (в качестве компенсационной меры уменьшения численности лососей и деградации природной среды). В конце 1850-х гг. Ричард Неттле получил искусственно выращенного гольца и атлантического лосося в Квебеке, в 1866 г. под руководством Самуэля Уилмонта возвели первый ЛРЗ в Ньюкасле на оз. Онтарио, а первый завод, где начали разводить ти-

хоокеанских лососей, построили на р. Фрейзер в 1884 г. (Naish et al., 2008). Количество ЛРЗ в Канаде множилось до тех пор, пока биолог Рассел Форстер по поручению Комиссии по рыболовству Британской Колумбии, проведя на оз. Култус в течение 10-12 лет тщательные исследования, не показал, что эффективность искусственного воспроизводства нерки не отличалась от естественного (Foerster, 1968). Следствием этого стало закрытие во второй половине 1930-х гг. всех канадских ЛРЗ (Naish et al., 2008).

В США анализ результатов промышленного разведения чавычи выполнил Уиллис Рич ещё раньше - в 1922 г. Он показал, что заводской вклад в общее воспроизводство чавычи - основного объекта промысла и рыбоводства на р. Колумбии - очень мал (Лихатович, 2004; Naish et al., 2008). Хотя эти исследования и результаты работ Р. Форстера посеяли некоторые сомнения, они не убедили американскую федеральную администрацию изменить отношение к ЛРЗ, поскольку заводы являлись в течение долгого времени весомым аргументом в политических дебатах на всех уровнях. К тому же сформировались рыбоводно-бюрократические структуры, через которые можно легко скрыть расходование значительных бюджетных ассигнований (Taylor, 1999; Лихатович, 2004).

Великая экономическая депрессия, наступившая в Америке в 1930-е годы, подтолкнула правительство США к интенсивным ирригационным мероприятиям и масштабному строительству гидроэлектростанций. Только в бассейне р. Колумбии построили несколько сотен ГЭС. В целом, на реках тихоокеанского побережья США к 1965 г. возвели около 300 дамб и других сооружений, препятствующих ходу лососей (Atkinson et al., 1967).

Следствиями этого являлись: блокирование путей миграции производителей к нерестилищам и ската молоди в море, маловодность притоков и зарегулированность речного стока, малая скорость течения и высокая температура воды (Fuss, 1995), а в конечном итоге – потеря значительной части рыбных запасов (рис. 1).

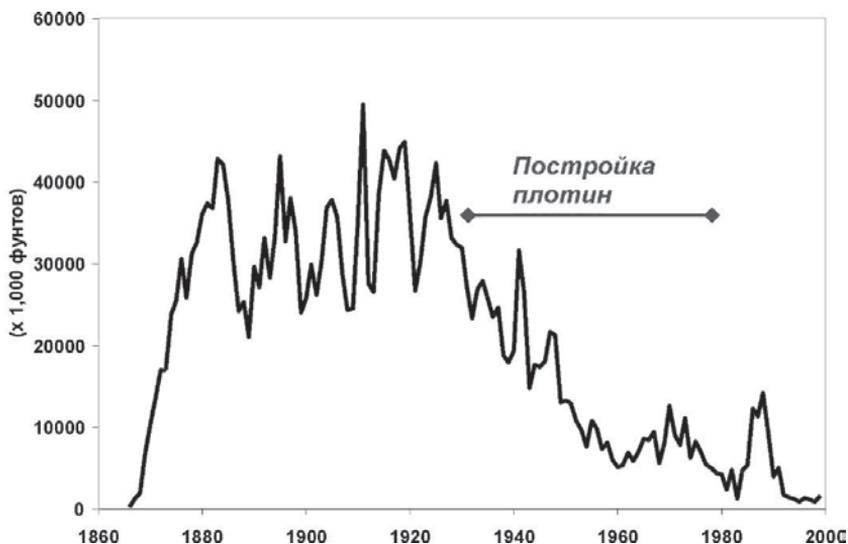


Рис. 1. Коммерческий лов лососей (в тысячах фунтов) в бассейне Колумбии, 1886 по 2000 (по: Williams et al., 2003)

В Канаде выбрали другой путь – отказались от строительства новых ЛРЗ и гидроэлектростанций в главном русле крупнейшей реки - Фрейзер, а также запретили лов нерки в устье этой реки на 8 лет (Лихатович, 2004).

Несмотря на отсутствие заметных успехов в деятельности рыбоводных заводов на Северо-Западе США, программам искусственного воспроизводства неизменно сопутствовала мощная политическая поддержка, поскольку иные решения были чреваты конфликтами с рыбопромышленниками.

Однако, к началу 1940-х гг. научная общественность смогла посеять сомнения в эффективности рыбоводных мероприятий. Последующие годы были наполнены не только строительством новых плотин и ЛРЗ, но и научными разработками в области лососеводства. Исследования возбудителей болезней рыб привели к внедрению дезинфекции и ряда профилактических мероприятий; молодь стали выращивать до жизнестойких стадий - смолтов-покатников; разработчики в области кормопроизводства создали гранулированные корма. Всё это привело к увеличению заводских возвратов в 1960-х годах в США и поэтому в Канаде вернулись к идее искусственного воспроизводства для восполнения убывающих ресурсов (Fuss, 1995; Лихатович, 2004; Naish et al., 2008).

Лососеводство **в Японии**, как и США, возникло после знакомства с европейскими технологиями разведения форели во второй половине XIX века. Переломы лососей, загрязнение рек промышленными стоками, лесосплав и сельскохозяйственная деятельность подорвали запасы и послужили стимулами для поиска методов, альтернативных естественному воспроизводству. Сведения о первых опытах по инкубации кеты на островах Хонсю и на Хоккайдо относят к 1876 - 1878 гг. (Kaeriyama, 1999; Nagata, Kaeriyama, 2004; Naish et al., 2008).

Первый лососевый завод в Японии построили в 1888 г. по американской технологии в верховьях р. Читосэ, притоке р. Исикари (Kaeriyama, 1999; Naish et al., 2008). Сейчас он называется «Читосэ» (Chitose Salmon Hatchery). В последующие пять лет создали ещё 28 частных ЛРЗ. Разводили преимущественно кету и горбушу. Лососеводство стало быстро набирать темп и к 1934 г. число заводов достигло уже 50 частных и

3 государственных (Кобаяси, 1988). По другим данным (Бонч-Осмоловский, 1924), уже в 1919 г. в Японии существовало 92 ЛРЗ, выпускающих 180 млн лососей и 15 млн форели. Последствием этого стало постепенное замещение естественного нереста искусственным воспроизводством. К началу 1950-х гг. в связи с сокращением запасов и нерентабельностью производства частные заводы перешли под эгиду государства. И только в 1970-х гг. вновь началось их активное строительство (Кобаяси, 1988; Nagata, Kaeriyama, 2004).

В 1952 г. рыбоводные заводы о. Хоккайдо учредили Агентство рыбного хозяйства Японии (Fisheries Agency of Japan), которое координировало работу различных ЛРЗ и стимулировало научные исследования. Так же, как и в Америке, в Японии внедряли профилактику болезней рыб, мальков перед выпуском начали кормить, разрабатывали стратегию оптимального выпуска, приуроченного к скату естественной молоди. До этого технология была довольно примитивной - выклюнувшихся личинок выпускали с желточными мешками без подкормки в феврале, поскольку на о. Хоккайдо для инкубации использовали грунтовую воду с температурой $\sim 8^{\circ}\text{C}$. Личинки часто подвергались воздействию суровых условий в реках и прибрежных морских водах, где температура значительно ниже ($0-5^{\circ}\text{C}$), поэтому выживание было минимальным. С 1962 г. молодь кеты из питомников Хоккайдо стали выпускать позже - в мае (когда температура прибрежных вод достигает 10°C) после месячной подкормки сухими кормами, при массе 1 г и более. Возврат (выживаемость) взрослых особей от личинок, выпущенных в 1950-1960-е гг. не кормленными, в среднем составил 1.2%; после 1966 г. возврат возрос до 2.3%, когда увеличилась доля рыб,

получавших корм (Isaksson, 1988; Mahnken et al., 1998; Nagata, Kaeriyama, 2004).

История лососеводства на **российском Дальнем Востоке** начиналась с опытов по инкубации икры и выращиванию мальков кеты и горбуши ихтиолога В. К. Солдатова, проведённых в 1907 г. на реках Налео и Б. Чхиль в низовьях Амура (Кузнецов, 1912; Солдатов, 1924). В те годы правительство обязало промышленников заниматься искусственным воспроизводством лососей, в качестве условия аренды рыболовных участков (Кузнецов, 1912, 1928, 1928а). Запасы лососей к тому времени были заметно истощены вследствие нерегулируемого лова японцами в российских прибрежных водах и хищнического истребления рыб во внутренних водоёмах (Солдатов, 1924; Андрианов, 1924).

В 1909 г. промышленник К.Л. Лавров при заключении контракта с Приамурским Управлением Государственными Имуществами на рыбопромысловый участок на р. Б. Чхиль (Хабаровский край, бассейн р. Амур) обязался построить там рыбоводный завод. Для постановки экспериментов, необходимых при проектировании завода на этой реке, Наркомзём командировал молодого инструктора по рыбоводству И. И. Кузнецова, незадолго перед этим прошедшего рыбоводную практику у немецкого помещика в Лифляндии (Куренков, 1974).

И. И. Кузнецов проработал в низовьях Амура два года (1909-1910). В устье р. Б. Чхиль и неподалеку - в самом Амуре (выше рыбалки) им были установлены садки для выдерживания производителей; осмотрены ближайшие притоки Амура на предмет отлова зрелых производителей и места постройки казённого рыбоводного завода. За рыбой, посаженной в садки, проводили тщательные наблюдения. К осени 1909 г. на косе между Амуром и

р. Б. Чхиль вырыли колодец и возвели деревянный сруб размером 3.7 x 4 сажени, а вместе с помещением, где жил рыбовод-надсмотрщик, 24 кв. сажени. Икру в первый год инкубировали в 24 ящиках конструкции М. Коста. По расчётам И. И. Кузнецова на этом заводе можно проинкубировать около 1.5 млн икринок и выдерживать до 250 тыс. экз. мальков (Кузнецов, 1912, 1928).

Позже (в 1915 г.) этот завод передали в казну и перенесли на р. Прауре, впадающую в Амур в 25-30 верстах ниже г. Николаевска. ЛРЗ на Прауре, рассчитанный на закладку 3.5 млн икры кеты и горбуши, проработал до 1920 г. В том же 1920 г. японцы во время оккупации низовий Амура возвели там свой рыбоводный завод, но ожидаемых результатов он не дал (Рыборазведение на Дальнем Востоке, 1924).

В 1914 и 1915 гг. на Камчатке, также по условиям аренды рыболовных участков, были построены два рыбоводных завода: первый – недалеко от устья р. Быстрой, притоке р. Большой (в районе с. Карымай) – Акционерным обществом «С. Грушецкий и Ко», второй – на реке Крутой, впадающей в оз. Нерпичье (в 20 км от устья р. Камчатки) – рыбопромышленником А.Г. Демби. Эти предприятия создавали, в основном, для воспроизводства летней кеты и нерки в количестве, примерно по 8.8 млн икринок, хотя молоди можно выращивать значительно меньше. Технологии были довольно примитивными, смертность производителей при выдерживании достигала 90%, а икры – 50% (Кузнецов, 1928а; Борисов, 2005).

Завод Демби на оз. Нерпичьем являлся копией японских ЛРЗ (лёгкое летнее здание, общей площадью ~280 м², где располагались и инкубационные аппараты и жилые помещения). Работали, в основном японцы, включая

руководство. Инкубация икры проходила в аппаратах Аткинса. Вода по деревянному желобу поступала самотёком с запруды. И хотя имелась система фильтрации, в выростные аппараты проходило иногда много ила, покрывая икринки толстым слоем. Выключившихся личинок на зиму переводили в крытый бассейн из брёвен, который время от времени приезжали осматривать рабочие. Личинки после подъёма на плав, проходили через невысокую шандору и попадали в речку, затем в озеро и далее в море. Завод выпускал от 0.6 до 7 млн личинок. Однако вблизи него уже через 5 лет невозможно было найти достаточного количества производителей для закладки икры на инкубацию, приходилось выезжать за 25-30 км (Кузнецов, 1928а; Борисов, 2005). В 1921 г. Областной Исполнительный комитет постановил, что рыбопроизводное предприятие Демби работает бесполезно и исполняет свои задачи чисто формально. Комиссии Усть-Камчатского волостного и сельского нарревкомов начали проверку его деятельности. Однако весной 1923 г. рыбоконсервный завод А. Г. Демби смыло волной цунами, поэтому он прекратил своё существование, а имущество рыбозавода передали Усть-Камчатскому волревкому (Борисов, 2005).

Сведения о работе ЛРЗ в бассейне р. Большой очень ограничены. Известно лишь о трёх годовых закладках (1914, 1915 и 1918) в пределах от 0.97 до 3.8 млн икры (в инкубационных аппаратах Вильямсона) и двух выпусках личинок в 0.62 и 1.5 млн экз. (Рассохина, 1988).

Первые рыбозаводы просуществовали недолго: амурский закрыли в 1920 г., камчатский - на р. Большой - развалился от ветхости в 1922 г., а завод Демби - законсервировали и в 1925 г. передали в ведение Дальрыбы, а в 1926 г. его оборудование перенес-

ли на оз. Ушковское (в среднее течение р. Камчатки), где построили фактически новый завод – Ушковский, ориентированный на воспроизводство кеты, кижуча и нерки (Кузнецов, 1928а; Рассохина, 1988).

По данным Ф. Н. Рухлова (1982) первый ЛРЗ **на Сахалине** возвели японцы на р. Заветинка в 1912 г.; другие сведения о нём отсутствуют, но ныне там действует Сокольниковский ЛРЗ (недалеко от Южно-Сахалинска). Как известно, до 1945 г. Южный Сахалин оккупировала Япония (после войны 1905-1907 гг.). Подданные этой страны сооружали инкубаторы также на о-вах Итуруп и Кунашир (Рухлов, 1982).

В 1922 г. на р. Воскресенской, притоке р. Тымь (о. Сахалин) японцы построили рыбоводный завод, рассчитанный на закладку 10 млн экз. икры кеты (рис. 2). Столько примерно и закладывали, вылавливая для этого до 40 тыс. производителей (от которых можно было получить около 25 млн икринок). При выдерживании погибало до 90% рыб, а при инкубации икры – около 30% (Кузнецов, 1928а). В 1925 г. этот ЛРЗ передали Дальрыбе. Причины, погубившие первые российские дальневосточные заводы, были характерны и в этом случае: значительная смертность производителей, икры (до 40% и выше) и личинок из-за несовершенства технологий выдерживания, инкубации и подращивания (Кузнецов, 1928а).

Приемником первого сахалинского рыбозаводного предприятия в 1932 г. стал Адо-Тымовский ЛРЗ (построенный в 60 км от старого), который существует и сегодня (Затулякин, 2004).

С 1922 по 1943 гг. японцы построили на Сахалине 21 ЛРЗ (Рухлов, 1982). Основными причинами строительства рыбоводных заводов было значительное со-

кращение запасов кеты и горбуши на острове из-за многолетнего хищнического промысла лососей самими завоевателями, в том числе, на нерестилищах, вырубок леса и молевого сплава брёвен, а также спуска японскими предприятиями (например, заводами по производству газа) неочищенных сточных вод в реки (Двинин, 1952, 1954).

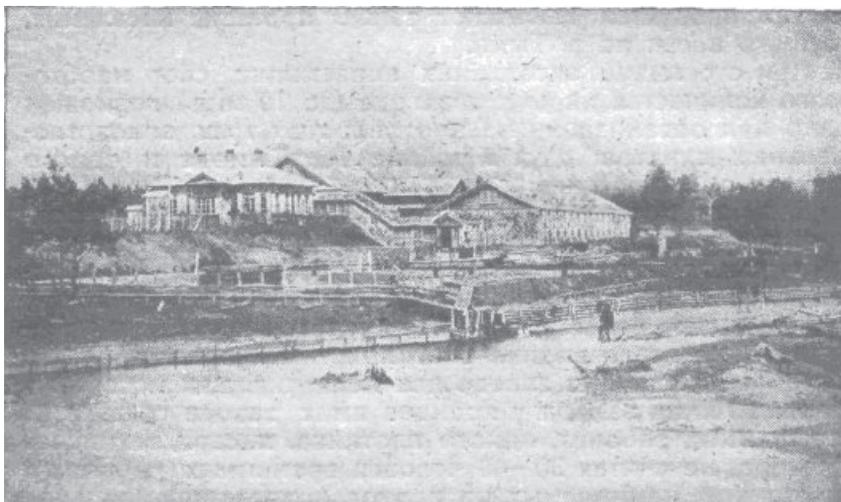


Рис. 2. Сахалинский завод, построенный в 130 км, от устья р. Тыми на р. Воскресенской (по Кузнецову, 1928а)

В тот период в другом районе Дальнего Востока – в Приамурье в результате сходных причин пришли в истощение богатейшие ранее рыбные запасы. Имелись, правда, и специфические факторы, связанные, во-первых, с массовым переселением туда крестьян в начале XX века для освоения пустующих земель, а, во-вторых, с не менее массовым потоком ссыльных и заключённых. В таёжных посёлках, на берегах рек появились люди, которые вырубали лес, добывали золото, преобразовывали природу (Кузнецов, 1926; Золотухин, 2007).

В эти годы и возникли в бассейне Амура два рыбодоводных завода: в 1928 г. – Тепловский, на р. Бире, в 1200 км от устья Амура, и в 1933 г. – Биджанский, на р. Биджан, ещё выше по течению р. Амур на 300 км. По типу эти предприятия относят к инкубаторам-питомникам - они построены в руслах незамерзающих водоёмов (ранее богатых нерестилищ) и икру омывает естественный ток воды, её расход регулирует система шлюзов. На Тепловском заводе, мощностью в 30 млн икры в 1928-1951 гг. инкубировали от 4 до 40 млн икринок осенней кеты, выпускали 1-37 млн личинок в оз. Тёплое. На Биджанском ЛРЗ икру инкубировали на Федоткином ключе, а для подращивания часть молоди переносили в ведрах на коромыслах в кл. Большой, выпуская от 1 до 17 млн экз. кеты. Отходы икры на начальном этапе колебались на Тепловском заводе от 9 до 74% (в среднем 31%), на Биджанском – 24%. Высокая смертность была связана с сильным заилением икры, и, как результат, развитием сапролегнии. Заходы производителей (заводского и естественного происхождения) в оз. Тёплое колебались в пределах 2-20 тыс. экз. и их в значительной степени использовали для закладки икры на инкубацию. С 1931 по 1938 гг. 21 млн экз. икры перевезли с Тепловского ЛРЗ для акклиматизации на Баренцево море (Васильев, 1954; Леванидов, 1954а; Чернявская, 1957; Рослый и др., 1987; Беспалова, Антипова, 2009). Кроме того, в 1929 и 1930 гг. на этот завод с р. Камчатки И. И. Кузнецов доставлял икру нерки (0.33 и 1.5 млн экз., соответственно). Выклюнувшихся личинок выпускали в оз. Тёплое. Дальнейшая судьба этих рыб неизвестна (И. К., 1931; Правдин, 1940).

Рыбоводные заводы в начале XX века, в принципе, не могли быть эффективными, поскольку ещё не были

известны многие особенности воспроизводства и биологии тихоокеанских лососей. Например, икру могли сразу раскладывать на рамки после оплодотворения, упуская этап ее набухания в покое, либо, напротив, держать часами на течении перед раскладкой; большое количество икры погибало от сапролегниоза из-за недостаточного водообмена. При искусственном воспроизводстве ориентировались, в основном, на инкубацию и выдерживание личинок, которых выпускали в естественные водоёмы без подкормки с желточными мешками, и множество их погибало. Рыбоводство развивалось путём проб и ошибок.

Ярким примером тому служит история существования Ушковского ЛРЗ. Выбор места для строительства завода в 1925-1926 гг. был сделан с целью максимального приближения к условиям естественного нереста местных популяций лососей, ориентируясь на незамерзающие озёрные ключи и избыток производителей (озеро Ушковское истари славилось обилием рыбы (Остроумов, 1975)). Но не учли главную опасность водоёмов подобного типа – высокие весенние и осенние паводки. Это и стало одной из основных проблем на Ушковском ЛРЗ. Система водоснабжения завода также оказалась не проработана: икру закладывали в местах выхода ключей в озере, и воды в межень не хватало (хотя водоисточником служила подземная река), а в половодье – инкубаторы и мальковые питомники затопляло, и туда заплывали гольцы... Отходы икры доходили до 100% (Кузнецов, 1928; Андреева, 1959; Басов, 1985). Свободные эмбрионы кижуча нередко уносило весенним паводком (Басов, 1988). Подкормку личинок не проводили в течение почти всего времени существования Ушковского ЛРЗ (по крайней мере, до конца 1970-х гг.).

Чавычу и раннюю нерку завозили с других мест, и возврата производителей потом не наблюдали. Несмотря на всё это, в отдельные годы общий план закладки доходил до 35 млн экз. икры.

Кроме прочего, озеро загрязняли сами сотрудники завода: по берегам пасли скот, туда сбрасывали бытовые отходы, по родникам разъезжали тракторы и машины, разрушая их. Ремонт зданий, проведённый в 1953-1955 гг., привел к дальнейшему засорению выходов грунтовых вод, подмыву инкубаторов и уменьшению водоподачи (Андреева, 1959).

В конечном итоге, анализ деятельности Ушковского ЛРЗ, выполненный в 1977 г. Б.Б. Вронским на основании расчёта коэффициентов возврата, показал, что эффективность искусственного воспроизводства на Ушках значительно ниже естественного: кижуча – в 1.7 раза, кеты – в 1.8, раза, а нерки – в 4.4 раза. Борис Борисович пришёл к выводу, что преимущества заводского разведения, достигаемые за счёт снижения смертности икры, пропадают из-за очень слабой жизнестойкости получаемой молоди (Вронский, 1977, 1980). По настоянию Камчатского отделения ТИНРО завод закрыли в 1988 г.

К середине XX века запасы нерки в р. Камчатке упали настолько, что промысел её прекратили и встал вопрос о строительстве ещё одного ЛРЗ в долине этой реки. Для этого в 1952 г. наметили место на берегу оз. Азабачьего. Площадку и в этот раз выбрали неправильно – когда построили инкубатор и мальковый питомник, непрочный грунт просел и здания треснули. Да и сам проект оказался неудачным – здание завода высокое и не рассчитано на холода, не предусмотрен и рыбоход для выпуска молоди. Строительство вели долго и так некачественно, что в 1967 г., по рекомендации КоТИНРО

и Камчатрыбвода, было принято решение о нецелесообразности дальнейшего строительства ЛРЗ на этом месте и завод списали, несмотря на значительные затраты (Вронский и др., 1979; Рассохина, 1988; Бугаев, 2007).

В тот же период - в середине 1950-х гг. намечалось строительство ещё 30 колхозных ЛРЗ, мощностью по 1 млн экз. В 1956-1957 гг. построили 5 заводов: на реках Караге, Паратунке (кл. Холодный), Воровской (кл. Шнуман), Большой (кл. Карымский) и Озерной. Проекты опять оказались непродуманными в техническом отношении, проблемы водоснабжения – схожие с предыдущими (недостаток воды, отсутствие фильтров, размыв в половодье и т. д.), работали там неспециалисты. Смертность икры достигала 100% и к 1964 г. все они закончили своё существование (Рассохина, 1988).

На **Сахалине** в 1950-е гг. функционировали 12 рыбободных заводов, из них два — для инкубации икры горбуши и десять — для инкубации икры осенней кеты (на реках Ю. Сахалина). Большинство заводов представляло собой инкубаторы-питомники: икру сначала инкубировали в аппаратах Аткинса, а потом переносили в расширения ручьёв, разделённые на секции деревянными стенками, с засыпанным гравием дном. Икра и жабры личинок часто покрывались илом, поступающим из источников водоснабжения. В таких случаях сильно затрудняется дыхание и выделение продуктов жизнедеятельности, ил является субстратом, на котором закрепляется сапролегния, поражающая развивающиеся организмы. Личинок выпускали обычно без подкормки и поэтому они отличались меньшими размерами и жизнестойкостью, по сравнению с естественной молодью (Смирнов, 1954). Обычной была практика перевозок икры, например, с

Калининского ЛРЗ (р. Калининка) в период 1925-1934 гг. отправили на другие реки Южного Сахалина более 52 млн экз. икры осенней кеты (Двинин, 1954).

Выпуск горбуши сахалинскими рыбоводными заводами с 1926 по 1952 г. колебался от 0.45 до 27 млн экз. молоди (в среднем около 9.5 млн экз. в год), а кеты с 1924 по 1952 гг. – от 1 до 85 млн экз., 37 млн экз. в среднем. П.А. Двинин (1953) считал, что заводской вклад в воспроизводство горбуши на Южном Сахалине в 1926-1952 гг. приближался к 0.6% и не оказывал существенного влияния на динамику запасов. Средняя же расчётная доля заводской кеты, по мнению того же автора, была весьма заметна и составляла 68%. Теоретически рассчитанный возврат кеты за период 1924-1952 гг. колебался в пределах: на заводах западного побережья — от 0.1 до 6.0%, в среднем 1.7%; на заводах восточного побережья — от 0.9 до 5.5%, в среднем около 2%. В то же время, среда обитания лососей после окончания японской оккупации не улучшалась, поэтому П. А. Двинин настаивал не только на проведении рыбоохранных мероприятий, но и прекращении лесосплава и сброса в реки промышленных сточных вод (Двинин, 1952, 1953, 1954).

Во второй половине 1950-х гг. на Сахалине начали проводить профилактическую обработку икры и молоди, рыбу стали подкармливать перед выпуском (в основном икрой минтая и фаршем из использованных для закладки производителей). Эти мероприятия значительно снизили смертность на всех этапах рыбоводного процесса (Притчина, 1960; Чернявская, 1962; Канидьев, 1965).

Развитие Лососеводства во Второй Половине XX Века и его Современное Состояние в Странах Северной Пацифики

США

Районы лососеводства (и лова лососей) в США традиционно делят на северо-западные - штаты Вашингтон, Орегон, Калифорния и Айдахо (Фото 1, вкладка), где зародилось искусственное воспроизводство в Америке, и северные – Аляска и Алеутские острова, которые позже подверглись рыболовной экспансии и рыбоводным программам.

В 1950-60-е гг. в технологии лососеводства наступили очень заметные, почти революционные изменения: практически всю выращиваемую на рыбоводных заводах молодь стали кормить, лечить многие распространённые заболевания, учитывать не только видовую, но и популяционную специфику. Провели реконструкцию многих цехов и других сооружений с целью выращивания молоди до жизнестойких стадий. В это время с 63 ЛРЗ США ежегодно выпускали около 180 млн сеголеток чавычи (массой 2-3 г), 45 млн годовиков (6-30 г) и сеголеток кижуча, 4-5 млн сеголеток нерки, 7 млн кеты и 2 млн горбуши (Atkinson et al., 1967; Mahnken et al., 1998).

В первой половине 1960-х возвраты начали расти. Закладка икры в инкубаторы (от заводского возврата) перестала быть проблемой. Вклад заводских производителей стал заметен и в промысловых уловах, что вновь подняло интерес к искусственному воспроиз-

водству лососей (Fuss, 1995; Лихатович, 2004; Naish et al., 2008). В 1970-е появились частные морские ранчо, где молодь подращивали в садках и затем выпускали, или кормили до получения товарной продукции. Эти хозяйства добавляли миллионы смолтов к выпускам западного побережья США и содействовали рекордному воспроизводству кижуча в 1981 г. – около 190 млн экз. В последующие годы выпуски молоди кижуча на северо-западе Тихого океана стабилизировались, а затем начали падать вследствие ухудшения океанических условий и уменьшения возвратов заводских рыб (Mahnken et al., 1998). К середине 1990-х гг. количество выращиваемой молоди снизилось более чем вдвое (до 70 млн экз.), а в начале 21 в. составляло 40-50 млн экз. (рис. 3).

Производство чавычи быстро росло в 1960-1970-е гг. к началу 1980-х гг. ежегодный выпуск смолтов в нижнем течении реки Колумбии был доведён до 300 млн экз. В конце 1980-х искусственное воспроизводство этого вида начало сокращаться по тем же причинам, что и кижуча (Mahnken et al., 1998; Лихатович, 2004). В следующее десятилетие выпуски снизились до 250 млн экз., а в настоящее время - составляют ~ 180 млн экз. (рис. 3).

В целом в северо-западных штатах лидирует искусственное воспроизводство чавычи, затем следуют кижуч и кета, и наименьшая доля приходится на нерку с горбушей (рис. 3-4).

В настоящее время в США действует около 180 лососевых рыбоводных заводов, которые подчинены разным структурам. Их несколько типов: федеральные, государственные, племенные (индейские) и кооперативные. Финансирование их деятельности осуществляется из соответствующих бюджетов. В штате Вашингтон 88 ЛРЗ, в Орегоне - 32, Айдахо - 18, Калифорнии - 10 и на

Аляске – 31 (Ожеро, Фули, 2009; White, 2010). Земли первых трех штатов расположены в бассейне р. Колумбии, в Калифорнии главной лососевой рекой является Сакраменто, а на Аляске - Юкон.

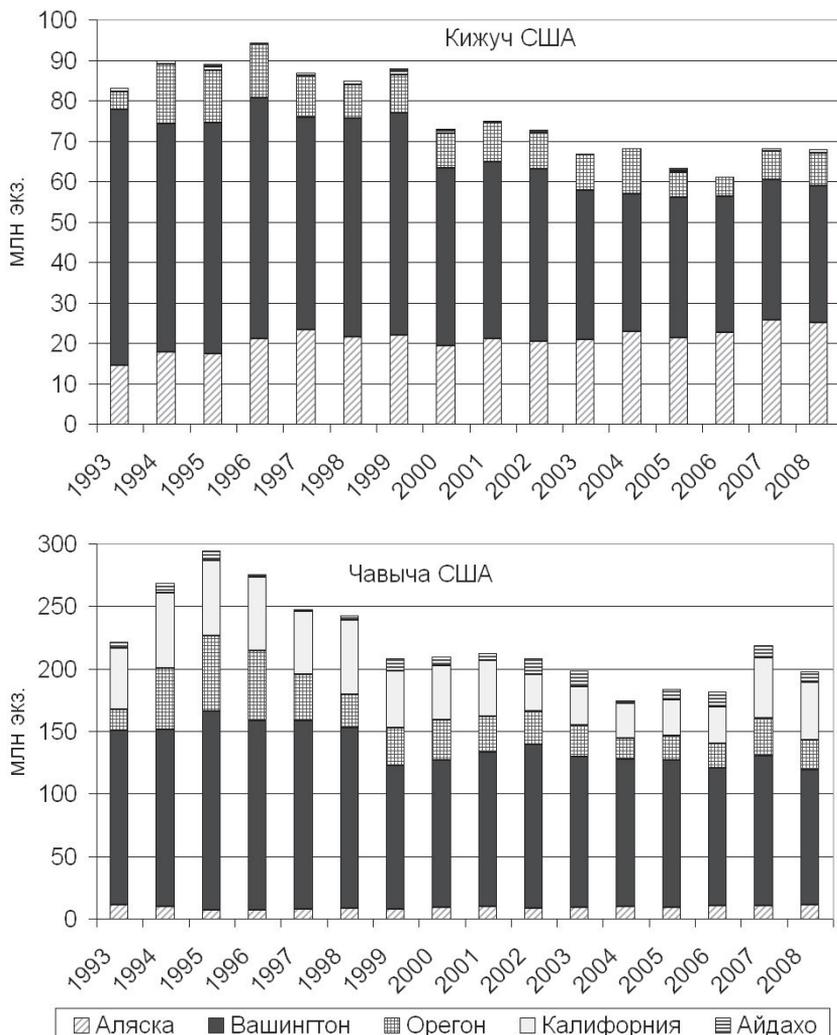


Рис. 3. Выпуски молоди чавычи и кижуча с рыбоводных заводов США в 1993-2008 гг. (по данным NPAFC: [http://www.npafc.org/...](http://www.npafc.org/))

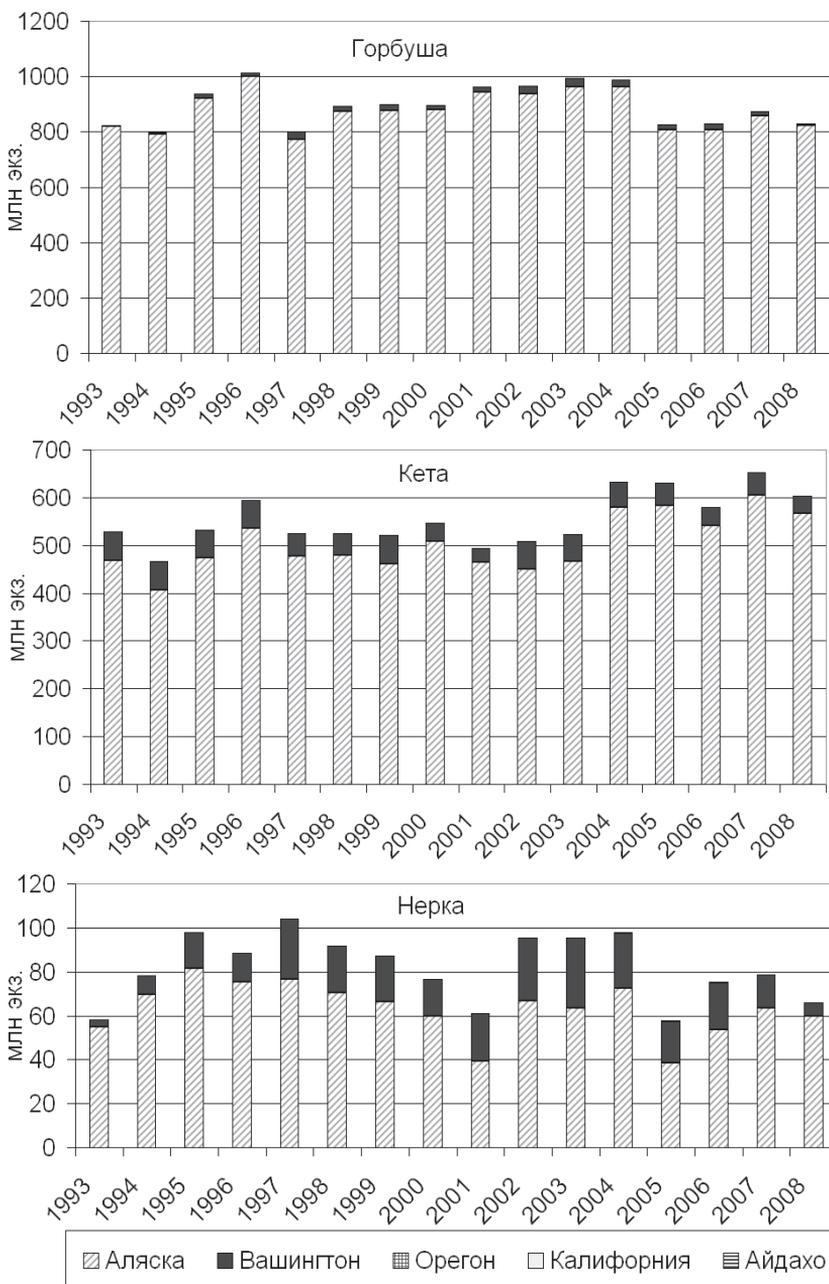


Рис. 4. Выпуски молоди горбуши, кеты и нерки в США 1993-2008 гг. (по данным NPAFC: [http://www.npafc.org/...](http://www.npafc.org/))

На Аляске, самом северном штате США, уловы лососей росли и к 1930-м гг. достигли максимума, а потом стали снижаться до минимума в начале 1970-х гг. (Roppel, 1982; Heard, 2010) (рис. 5). Тогда, в связи с успехами лососеводства на Северо-Западе США и в Японии, и на Аляске начали активно возрождать искусственное воспроизводство лососей.

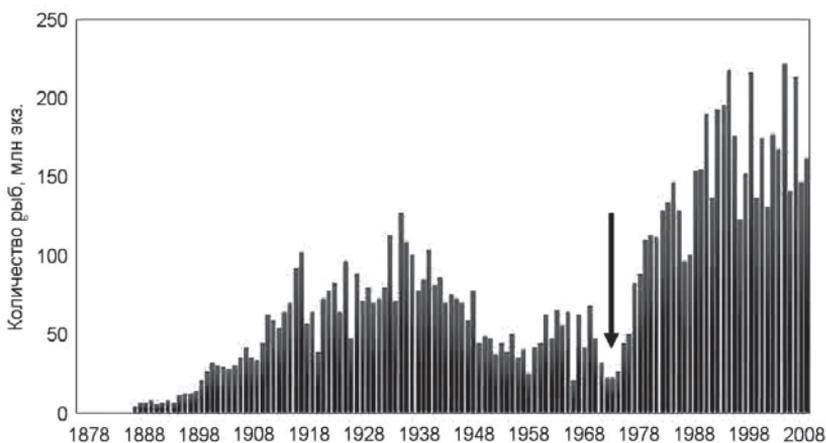


Рис. 5. Уловы лососей на Аляске в 1880-2009 гг. (по: Heard, 2010: www.stateofthesalmon.org/conference2010/... Стрелкой обозначены минимальные уловы начала 1970-х гг.

В 1974 г. на ЛРЗ этого штата заложили 10 млн экз. икры лососей, а в 1990 г. – уже 1.6 млрд. В последующие годы уровень искусственного воспроизводства оставался относительно стабильным: закладки икры колебались от 1.6 до 1.9 млрд, а выпуски - от 1.2 до 1.7 млрд (White, 2010). В последние годы (2005-2009) коммерческие уловы заводских лососей в водах Аляски составляли 28-71 млн экз. рыб ежегодно.

В 2009 г. в штате Аляска работали 27 частных некоммерческих ЛРЗ, используемых корпорациями, региональными ассоциациями аквакультуры и другими группами, например, Ассоциацией лососевых заводов и Индейской Корпорацией Кетчикан (Ketchikan); 2 федеральных (включая Бюро Индийских Дел) и 2 государственных (Volk, Josephson, 2009). Большинство из них располагаются на юго-востоке Аляски и в районе бухт Кука и Принца Вильяма, 2 ЛРЗ имеется на о. Кадьяк (рис. 6).

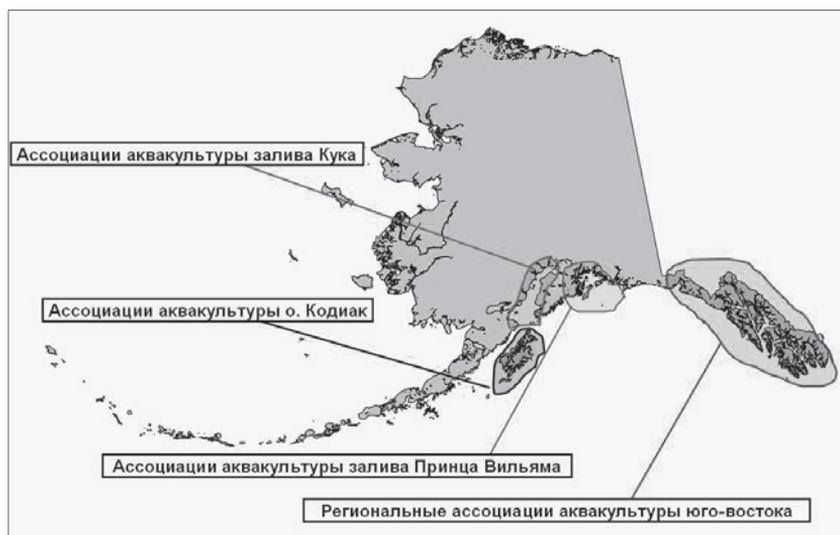


Рис. 6. Современные районы лососеводства на Аляске (адаптировано по: Heard, 2010/[http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/...](http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/))

Система лососеводства на Аляске построена таким образом, чтобы дикие и заводские рыбы не смешивались. Природные популяции охраняют, избегая разрушения их местообитаний и, по возможности, контактов с заводскими. Большинство современных аляскинских ЛРЗ располагаются на малопродуктивных лососевых

реках. Это позволяет сохранять природные популяции, используя заводы для поддержки рыболовства. Функционирование ЛРЗ оплачивается заинтересованными сторонами, прежде всего, ассоциациями аквакультуры, которыми управляют рыбаки, и правительством штата. Система рыбоводных заводов, первоначально задуманная для управления государством, развилась в частную некоммерческую. При этом накладываются определённые ограничения: на расположение ЛРЗ, их мощность, используемые технологии и источники для закладки икры; выпускаемую молодь метят. Центральным звеном аляскинской модели является ориентация на стабильный и успешный нерест диких производителей, а не на размер улова (Херд, 2006; Heard, 2010).

Основным объектом разведения на Аляске, начиная со второй половины 1970-х гг., является горбуша (40-70% от общего количества), вторым по объёму – кета (20-40%), затем следуют в порядке убывания нерка, кижуч и чавыча (рис. 3, 4). Объёмы выпусков всех видов, кроме нерки, достаточно стабильны, искусственное воспроизводство нерки несколько снижается.

В коммерческих уловах доля заводских рыб в среднем составляет около 30%. В свою очередь, заводской возврат распределяется по видам, например, в 2006 г.: горбуша – 55.9%, кета – 32.9%, нерка 8.1%, кижуч – 2.9, чавыча – 0.2% , а в 2009 г.: горбуша – 65.0%, кета – 28.1%, нерка 4.0%, кижуч – 2.6, чавыча – 0.3% (White, 2007, 2010).

Лососевое хозяйство США отличается от российского по многим показателям: структуре и подчинённости; объёмам, источникам и направлениям финансирования; технической оснащённости и энергонасыщенности, задачам и методам их реализации.

Руководством и координацией лососевого хозяйства в США занимается Служба управления ресурсами рыб, диких животных и растений Министерства природных ресурсов США, в задачи которой входит, в том числе, и проведение научных исследований в этой области.

В штате Орегон, как и в других штатах Северо-запада США, общее руководство осуществляет региональный Департамент Службы Рыбы и Дичи (ODWF). Из 34 лососевых заводов, находящихся в ведении этой Службы в 1998 г., 18 имели государственное финансирование, 13 - федеральное, 4 - смешанное. Общее финансирование (бюджет) в 1995-1997 гг. ~ 40 млн долл. в год. Ежегодная продукция в тот период - 76 млн лососей и форелей. Финансирование рыбоводства осуществляли в следующей пропорции: 23% бюджета использовали на управление (административный штат, информационную систему ЛРЗ, координацию связей между агентствами, развитие контрактов); 18% - на охрану здоровья рыб (оплата работы ихтиопатологов); 31% - на техническое обслуживание (оценка программ выращивания, мечение рыб, определение выживаемости, и вклада спортивного и коммерческого рыболовства); 28% - на обеспечение технического обслуживания агентств, разработку проектов и контроль строительства ЛРЗ (Hatchery Facts, 1998).

Расширению и стремительному росту программ лососеводства в Америке в значительной мере способствовало внедрение самого современного оборудования и материалов (а также дешёвая электроэнергия, поставляемая множеством гидроэлектростанций). Так, в 1980-х гг. вместо традиционных бетонных бассейнов появились лёгкие и гигиеничные ёмкости и другое рыбоводное оборудование из пластика и композитных ма-

териалов (трубы, лотки, водоводы и др.). Рыбоводные заводы стали оснащать электронными приборами контроля за качеством среды (температурой, рН, концентрацией кислорода, аммония и пр.) и управления технологическими процессами (кормушками, системами водоподготовки и водоподачи), в том числе, с помощью ЭВМ (Шевцова, Казаков, 1986).

Деятельность каждого ЛРЗ определяется рыбоводной программой, которая предусматривает количество выращиваемых рыб каждого вида и популяции; детали выпуска или передачи материала другому ЛРЗ, или группам граждан, заинтересованным в выращивании рыб, а также ежегодный объём закладки икры от возвращающихся производителей, необходимый для целей воспроизводства. Рыбоводная программа формируется каждый год и, после согласования с Управлением Программами рыбоводства в пределах штата и советом племён, становится руководящим документом.

Рассмотрим для примера несколько рыбоводных заводов на Северо-Западе США, с которыми знакомы непосредственно.

Один из самых старых заводов в штате Орегон - ЛРЗ «Бонневилл» (*Bonneville*), начал работу в 1909 г. Сначала «Бонневилл» использовали как базовый (центральный) ЛРЗ, где закладывали икру для других заводов. ЛРЗ расширили в 1930-е гг. после строительства «Бонневилл ГЭС». Объём выращивания лососей увеличился от 6 до 11 млн рыб. В середине 1950-х гг. этот завод снова расширили и реконструировали, в рамках «Программы развития рыболовства реки Колумбии». В 1970-х гг. ЛРЗ прошёл ещё одну реконструкцию, поскольку строительство дамбы Джона Дея затопило земли, где нерестилось около 30 тыс. экз. осенней чавычи, и возникла необхо-

димось увеличение мощности завода, в качестве компенсации потерь. На это потратили ещё 8 млн долларов (Bonneville Fish Hatchery, 1998). В 1998 г. комплекс ЛРЗ включал: 58 выростных каналов, четыре водоёма для выдерживания взрослых производителей, лестницу-рыбоход и цех на 600 инкубационных аппаратов, где инкубировали икру кижуча и осенней чавычи.

Производителей чавычи и кижуча ежегодно направляют на ЛРЗ из р. Колумбии в период с августа по ноябрь, используя электрозаградительные устройства. Рыб загоняют в лифт, поднимают в цех, усыпляют электротоком, сортируют по полу и виду, подсчитывают и распределяют по разным бассейнам с помощью конвейерной системы (Фото 2, вкладка). Всех самок и соответствующее им число самцов вакцинируют, купают в формалине и выдерживают до 3-х месяцев, давая им созреть для икрометания. Когда чавыча готова к нересту, она ищет путь из водоёма, чтобы найти мелководье и гравий для гнезда (как она ведёт себя в естественных условиях). Открытая шандора в конце бассейна позволяет рыбе спрыгнуть в нижележащий канал (Фото 2, вкладка). С помощью механической решётчатой рамки, управляемой техником-рыбоводом, рыбу загоняют в затопляемый лифт, поднимают в цех (Фото 3, вкладка) и переводят в резервуар с анестетиком либо убивают электрическим током, затем она поступает на стол сортировки. Самкам отрубают гильотиной головы и оставляют стекать кровь, чтобы последняя не попала на икру во время оплодотворения (либо вместо этого вскрывают хвостовую артерию). Тушки рыб после отбора половых продуктов обычно перерабатывают в рыбный корм. Избыток производителей продают рыбопромышленным предприятиям.

Одновременно на ЛРЗ «Бонневилл» может инкубироваться до 30 миллионов экз. икры. Она развивается сначала в пластиковых ящичных инкубаторах с отсеками (70 тыс. экз./отсек), дно и шандоры которых – алюминиевые, а после переборки, в вертикальных стеллажах на рамках в подносах. Три раза в неделю икру обрабатывают формалином. Смертность до стадии пигментации глаз около 2%. На этой стадии икру перебирают с помощью оптического автомата, а остатки мёртвой подсчитывают вручную. Зимой вода поступает из скважин (температура – 9-10°C).

Выклюнувшихся личинок выращивают в водоёмах. С ЛРЗ выпускали около 2 млн экз. кижуча и 26 млн экз. осенней чавычи. Рыб кормят как сухими, так и влажными гранулированными кормами с помощью пневматических кормушек. На ЛРЗ Бонневилл выращивают две разновидности осенней чавычи: «Туле», которая традиционно нерестовала в низовьях р. Колумбии и теперь возвращается на ЛРЗ в течение лет нескольких лет, и «Брайт», некогда нерестовавшая в верховьях р. Колумбии.

Осенняя чавыча находится в наружных водоёмах в течение зимы и весны. Мальков «Туле» выпускают в мае по достижении 7.5 см длиной, чавычу «Брайт» и кижуча - годом позже, когда они вырастают до 15 см. Некоторое количество лососей отвозят на барже вверх по реке и отпускают там, остальных - непосредственно у завода в руч. Танер. Перед выпуском множество молоди маркируют кодированными CWT-метками (coded wire tag - CWT) и отрезанием жирового плавника. Отсутствующий жировой плавник на возвращающемся взрослом лососе – это знак для техников рыболовного отдела, работающих на доках или консервных заводах, что голова рыбы должна быть отрезана и заморожена.

жена. Метку позже достают, используя металлодетектор, и читают с помощью микроскопа. На ЛРЗ работали в 1998 г. 7 рыбоводов и 3 техника.

ЛРЗ «Мак Алистер» (McAllister). На этом заводе в длинных каналах выращивают осеннюю чавычу. Всю молодь размером от 62 до 145 мм метят обрезанием жирового плавника и, одновременно, кодированными метками. Внешняя тотальная маркировка необходима для того, чтобы можно было сразу узнать «заводских» рыб, поскольку рыбакам разрешают выловить до 80% искусственно выращенных рыб и не более 50% - диких.

CWT-метки используют для прослеживания за миграциями рыб, учёта возврата производителей, мониторинга генетического разнообразия и оценки эффективности различных рыбоводных мероприятий. Так как выпуск нельзя слишком растягивать, а объём мечения очень велик, и необходимость его доказана, администрация одной из самых крупных гидроэлектростанций - Бонневилл ГЭС оплатила разработку и производство специально оборудованных передвижных комплексов для автоматического мечения, смонтированных в трейлерах. В одном таком трейлере имеется несколько установок для мечения, работающих одновременно.

Молодь попадает в трейлер по шлангам и трубам, проходит сортировку по размерам и падает в раствор анестетика MS-222; затем оказывается в установке, где под контролем видеокамеры манипулятор отсекает жировой плавник и внедряет в рострум (носовой хрящ) CWT-метку. Тут же датчиком автомат проверяет наличие введённой метки, фиксирует её код и количество маркированных особей. Одна метка стоит 4 цента, один двухфункциональный блок - 25 000 долл., один

трейлер – 200 000 долл. В день метят по 50 000 рыб (2 экз. в с). СWT-метки можно внедрять и в очень мелкую рыбу – до 30 мм длиной, но не автоматически, а вручную с помощью специального пистолета, скорость при этом мечении заметно меньше ~ 1000 рыб в час.

ЛРЗ и научно-исследовательский центр Кле Элум (Cle Elum) расположен на землях индейского племени Якима (Yakima). Основная цель – увеличение численности весенней чавычи, возвращающейся в реку Якима, за счёт поддержания естественных популяций, приспособленных к природной среде.

Кле Элум один из четырёх элементов, составляющих комплекс поддержки Верхней Якимы, который, в свою очередь, является основным компонентом рыбохозяйственного Проекта Якима-Кликитат, осуществляемого совместно индейским племенем Якима, Департаментом рыбы и дичи штата Вашингтон, администрацией Бонневилл-ГЭС и Северо-западным Советом Планирования электростанций (Cle Elum, 1997). Задача Кле Элум – выпуск смолтов, обладающих свойствами диких рыб. Для этого производителей, собранных у плотины Роза Дэм (Roza Dam), перевозят на специальных машинах на ЛРЗ Кле Элум, где получают от них потомство с целью сохранения генетического состава исходной популяции.

Водоснабжение ЛРЗ осуществляется из двух источников – скважины и реки. Воду смешивают и аэрируют, её температура - 9°C. Производителей содержат в больших бассейнах, по 650 экз. в каждом. Для уменьшения стресса их закрывают пластиковой сеткой. В сентябре у зрелых производителей отбирают икру, оплодотворяют и инкубируют в тщательно контролируемых условиях. Обычно используют сетчатый субстрат.

После выхода личинок из субстрата молодь переводят в выростные каналы. Здесь водная среда и процесс кормления организованы так, чтобы рыбы имели минимальный контакт с человеком. В каждом бассейне находится полный набор датчиков для измерения температуры, скорости потока, концентрации кислорода в воде и др., с выводом на индивидуальный пульт и общий компьютер.

В бассейнах моделируют, насколько это возможно, условия естественного речного потока: турбулентное течение, корм подаётся в толщу воды с помощью пневматических кормушек, в бассейнах имеются укрытия для рыб - плавающие сетчатые кольца, имитирующие водную растительность, стволы деревьев с ветками (Фото 4, вкладка).

Когда молодь достигает стадии смолта, её отвозят в живорыбных машинах в места акклиматизации, расположенные в верхней части бассейна р. Якима, вблизи исходных нерестилищ этих популяций, где далее подращивают в выростных каналах на более сильном течении. В каналы поступает вода из мест нереста, а также грунтовые воды. Акклимация снимает стресс, связанный с транспортировкой молоди, и способствует импринтингу (запоминанию). Этот процесс в конечном итоге должен обеспечить хороший хоминг (возврат в родную реку). Когда смолты готовы к миграции, рыбободы открывают шандоры и молодь выходит в реку, начиная свой путь к морю.

По результатам обловов меченой молоди после выпусков, которые осуществляют с помощью специальных вращающихся ловушек (Фото 5, Фото 6, вкладка), определили, что у рыб, выращиваемых в условиях, максимально приближённых к природным, выживаемость в

1.5 выше, чем у выращенных в стандартных условиях ЛРЗ. Это объясняется более естественной окраской и поведением первых, по сравнению со вторыми.

Мощность ЛРЗ Кле Элум по выпуску смолтов - 810 тыс. экз. в год. Методы, разрабатываемые в этом исследовательском центре, проходят апробацию, и их эффективность сравнивают со стандартными условиями традиционных ЛРЗ по выживаемости молоди, репродуктивному успеху взрослых производителей и другим параметрам. Результаты исследований определяют степень и необходимость внедрения новых подходов.

Традиционные заводы работают как «рыбные фабрики», цель которых – максимально возможная закладка икры и выпуск молоди стандартных размеров и массы. При подобном «конвейерном» производстве многообразие экологических форм и размеров становится проблемой, которую следует преодолевать (Williams et al., 2003). Такой подход привёл к потере биоразнообразия лососей. Многие популяции этих рыб в США занесены в Список Закона «Об исчезающих видах»: нерка озера Редфиш в Айдахо, зимняя чавыча р. Сакраменто в Калифорнии и чавыча весеннего, летнего и осеннего хода в бассейне реки Снейк штатов Айдахо и Орегон, и др. (Mahnken et al., 1998; Лихатович, 2004).

Несмотря на многочисленные заводские программы восстановления, былая численность лососевых стад (известная до промышленного освоения запасов) так и не достигнута (Taylor, 1999). По данным Дж. Лихатовича (2004), доля тихоокеанских лососей в подходах к северо-западным штатам США, от общих к берегам Северной Америки, снизилась с 15-16% (конец XIX – начало XX вв.) до 1% - к началу XXI в. Такое состояние лососевых ресурсов он определил не

как результат провала программ управления, а как следствие их успеха. Прогресс в технологиях воспроизводства и освоении рек фактически привёл к замещению диких лососей заводскими, выживаемость которых значительно ниже. Восстановить былые запасы оказалось невозможно без ограничения рыболовства и возрождения среды обитания рыб.

Анализ состояния лососевых ресурсов, проведённый американскими учёными в конце XX в. (The Northwest Salmon Crisis..., 1996; Pacific salmon..., 1997; Lichatowich, 1999; Taylor, 1999; Williams et al., 2003), выявил наличие системного кризиса и показал, что необходимо изменить отношение к естественному и искусственному воспроизводству. Для преодоления создавшейся ситуации был предложен целый ряд мер, основная из которых - «ландшафтный», по сути - экосистемный, подход, внедрение которого потребует изменения философии и стиля управления рыболовными заводами (Williams et al., 2003).

Цель ландшафтного подхода - внедрить искусственное разведение в экосистему в качестве отдельного «притока», с учетом естественного уровня воспроизводства, обращая основное внимание на сохранение внутри- и межпопуляционного разнообразия, а также на долгосрочную устойчивость существования популяций лососей. На место фабрик по производству рыбы должны прийти децентрализованные, меньшие по масштабу предприятия, нацеленные на поддержку слабых, подорванных популяций. Желательно, чтобы параметры внутриводной среды, такие как температура воды и её химизм, были близки к условиям реки, куда будет выпущена молодь. В свою очередь, эта молодь не должна сильно отличаться от дикой по своим

качествам – размеру, массе, поведению, плавательным способностям и т. д. Количество выпускаемых рыб следует соотносить с приёмной ёмкостью естественного водоёма. Контроль за состоянием выращенной молоди необходимо проводить не только внутри завода, но и после выпуска. В случае успешной деятельности рыбоводного завода такого типа (при восстановлении местной популяции лососей) отпадает необходимость его дальнейшего функционирования.

Для внедрения ландшафтного подхода необходимы три основных элемента: *мечение, мониторинг и анализ*. Данные мониторинга, осуществляемого, как в реках (Фото 5-7), так и в море, и продукции отдельных предприятий и программ должны быть сохранены и всегда доступны, а также объединены в систему общих данных на уровне речного бассейна. Это поможет приблизиться к общей цели – восстановить популяции лососей. Экосистемный подход предполагает необходимость экологической экспертизы и контроля рыбоводных проектов. Учёные, однако, понимают, что потребуется немало времени и политических усилий, чтобы система искусственного разведения подчинилась экологическим принципам (Williams et al., 2003).

КАНАДА

В Британской Колумбии лососеводство возобновилось в 1960-х годах с новых экспериментов на кижуче и чавыче и закладки нерестовых каналов. В 1970 г. началось строительство ЛРЗ в Капилано. К этому времени столетний интенсивный промысел лососей и деградация среды их обитания привели к сокращению ресурсов почти вдвое. Вследствие этого в 1977 г. была принята Программа воспроизводства лососевидных рыб (Salmonid Enhancement Program - SEP) с целью восстановления популяций и увеличения уловов до прежнего уровня. Вначале она объединила три нерестовых канала, построенных в 1960-е гг., и пять рыбоводных заводов. В последующие годы строительство заводов и каналов быстро набирало темп и в 1987 г. чавычу выпускали с 81 сооружения, а кижуча – с 218 (Perry, Cross, 1993; Лихатович, 2004; Lehmann, Irvine, 2006).

В период с 1978 по 1989 гг. общий выпуск лососей с ЛРЗ Канады удвоился, в основном за счет увеличения объёмов подращиваемой молоди кеты. В 1992 г. в Британской Колумбии выпустили свыше 500 млн экз. молоди разных видов. С 1994 г. производство заметно уменьшилось (рис. 7).

Сейчас Программа включает более 300 проектов, в том числе, по воспроизводству чавычи, кижуча, кеты, горбуши и нерки, а также небольшого количества стальноголового лосося и лосося Кларка. В выпусках доминируют нерка и кета, затем следуют по убывающей чавыча, горбуша и кижуч (рис. 7).

Проекты включают питомники, рыбопропускные сооружения, нерестовые и выростные каналы, улучшение среды обитания, работы по регулированию стока,

фертилизацию озёр и инкубаторы: от небольших, объёмом менее 1000 экз., до инкубационных каналов, откуда скатываются около 100 млн молоди ежегодно.

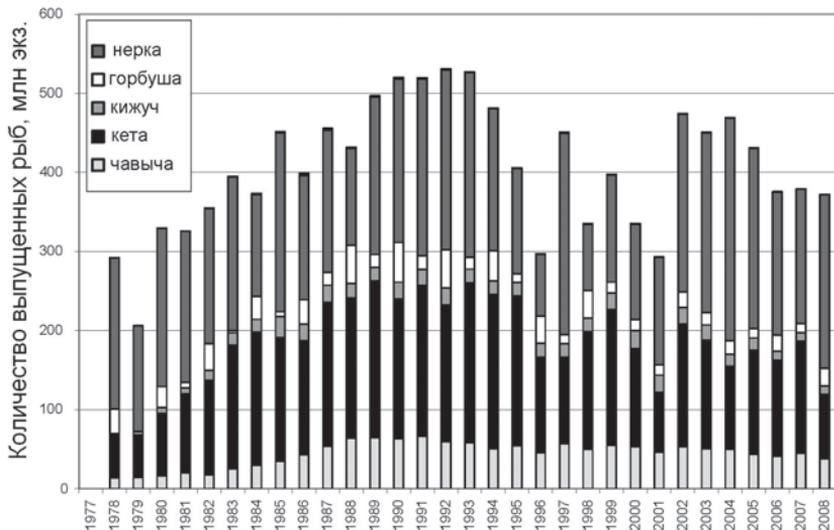


Рис. 7. Выпуски молоди лососей с рыбоводных заводов Канады в 1977-2008 гг. (по: Cook et al., 2009).

Рыбоводные заводы и другие сооружения под эгидой SEP делят на три категории:

- государственные, где работают профессиональные рыбоводы под контролем региональных специалистов (биологов, менеджеров, инженеров, администраторов, и т.д.);
- общинные, на которых работают служащие местных общин по контрактам с правительством, с технической поддержкой общинных консультантов;
- общественные, где трудятся в основном волонтеры (добровольцы) и частично – временные служащие, при технической поддержке общинных консультантов. В год до 10 тыс. добровольцев могут принимать участие в рабо-

те по программе (MacKinlay et al., 2004; Cook et al., 2009).

Молодь лососей выращивают до различных стадий, в зависимости от программ и использованных технологий:

- кету выпускают личинками сразу после выклева и мальками после одного месяца кормления в бетонных бассейнах (с массой 1-3 г); подобную стратегию используют и для горбуши;

- кижуча обычно инкубируют в ящичных стеллажах, выпускают личинками после выклева, или выращивают в бетонных или земляных каналах в течение 3-5 месяцев, выпуская сеголетками, либо через год смолтами, с массой 15-25 г;

- чавычу из прибрежных популяций выпускают после 3-4 месяцев выращивания с массой 3-8 г, в то время как особей из популяций внутренних провинций часто выращивают в течение одного года до годовалой стадии (масса 15-20 г).

- личинок нерки содержат в нерестовых протоках с гравийным субстратом, где возвращающиеся взрослые особи нерестятся естественно. Личинкам позволяют свободно мигрировать из проток после выхода на плав, обычно в озёра. Небольшое количество нерки подращивают в рыбоводных хозяйствах до массы 1-2 г, а часть переводят в фертилизированные озёра, откуда она скатывается годовиками. Разведение нерки в нерестовых протоках в Британской Колумбии представляет наименее инвазийную технику, используемую для массового воспроизводства тихоокеанских лососей. Эта экстенсивная технология не требует кормления, использует естественный нерестовый субстрат и нет необходимости профилактической обработки молоди и производителей (Cross et al., 1994; MacKinlay et al., 2004; Cook et al., 2009).

Более 80% чавычи, кеты и 65% кижуча воспроизводят на государственных ЛРЗ; 10-15% чавычи, кеты и кижуча – в общинных рыболовных хозяйствах; и около 20 % кижуча и немного других видов – в общественных хозяйствах (MacKinlay et al., 2004).

Британская Колумбия в настоящее время является ведущей страной в искусственном воспроизводстве нерки: её доля в среднем за 1.5 десятилетия составляет - 71% от всего объёма выпусков этого вида в Северной Пацифике (данные NPAFC: [http://www.npafc.org/...](http://www.npafc.org/)).

Метод оценки продукции в Канаде зависит от вида рыб и применяемой технологии воспроизводства лососей. Оценка включает анализ общих подходов, в том числе, учёт заводского вклада в рыболовство и пропуск (подходы рыб на нерест). Тенденции в выживаемости от икры до выпуска по видам анализируют, как в пределах питомника, так и от выпуска до вылова для выбранных проектов. Эти данные доступны по каждому виду и стадии на разных уровнях (проект, область, программа), зависящих от подробности требуемого анализа (Cross et al., 1994).

Современным методом оценки продукции и уровней выживаемости чавычи, кижуча, кеты и горбуши в лососевых проектах является мечение молоди и определение возврата производителей. Мечение осуществляют перед выпуском, а учёт меток - в ходе реализации программ прибрежного сбора выборок в спортивном и коммерческом рыболовстве и при подсчёте отнерестовавших рыб. Тип метки зависит от вида рыб. Так, кодированные проволочные метки (CWT) используют для чавычи, кижуча и некоторых стад кеты, а плавниковые клипсы - для горбуши, кижуча, нерки и кеты. Например, с 1996 г. большинство кижуча, выпускаемого

на юге Британской Колумбии, маркируют плавниковыми клипсами. Часть особей из крупных продуктивных стад метят при выпуске и пропорционально рассчитывают возврат. Меньшие экспериментальные группы, оцениваемые различными способами в пределах проекта, могут быть также частично помечены. Молоди некоторых популяций делают тепловые отолитные метки, и, несколько стад, главным образом нерки, дополнительно метят хлоридом стронция или кальция, а также флуоресцентными красками (Cook et al., 2009).

В последние годы усилия рыбоводов направлены на восстановление некоторых стад, находящихся в депрессивном состоянии, а также защиту и улучшение среды обитания (Program Coordination and Assessment Division, 2000; MacKinlay et al., 2004; Cook et al., 2009).

Многочисленные программы искусственного воспроизводства, направленные на восстановление численности лососей, не привели к ожидаемым результатам. За последние 50 лет XX в. потеряно около 30% групп лососевых популяций. Хотя основные средства направляли на поддержку чавычи и кижуча, уловы этих видов снизились. Финансовые затраты на разведение превысили выгоду от него на сотни миллионов долларов. Всё это справедливо вызывает серьёзную критику многих исследователей, которые подвергают сомнению возможность достижения поставленных целей с помощью подобных программ (Hilborn, Winton, 1993; Лихатович, 2004; Lackey, 2002; Naish et al., 2008; и др.).

ЯПОНИЯ

В настоящее время на островах Хонсю и Хоккайдо действует 378 лососевых рыбопроизводных заводов (Ожеро, Фули, 2009), которые выпускают молодь в более чем 260 рек (Naish et al., 2008). В частности, на Хоккайдо со 114 ЛРЗ молодь кеты выпускают в 140 рек и 70 «рыбных портов» (Miyakoshi et al., 2010). Все ЛРЗ делятся на три типа - государственные, префектурные (муниципальные) и частные (рыбачьих ассоциаций). Например, на о. Хонсю в 1995 г. было 8 муниципальных ЛРЗ и 170 частных, а на о. Хоккайдо - 31 государственный ЛРЗ, 6 - муниципальных и 121 - частный (Summary 1993/94, 1995). Финансирование деятельности ЛРЗ осуществляется из соответствующих бюджетов. Абсолютное большинство японских ЛРЗ расположены недалеко от побережья (Фото 8, вкладка). В Японии выращивают преимущественно кету (около 90%), относительно немного горбуши и совсем мало симы и нерки (<http://www.npafc.org/>).

В 1960-70-е гг. технологические процессы в японском и североамериканском лососеводстве развивались сходным образом. Начиная с 1970-х годов, произошло значительное увеличение выпусков молоди кеты с японских ЛРЗ: с 260 млн рыб в 1950 г. до 580 млн в 1970 г. и до 2 млрд - в 1981 г.; затем производство этого вида стабилизировалось примерно на том же уровне. Масштабные выпуски повлекли за собой и резкое увеличение возвратов и, соответственно, промысла: с 5 млн рыб (в 1950-е гг.) до ~ 90 млн рыб (в 1996 г.) (рис. 8) (Manken et al., 1998; Hiroi, 1998; Nagata, Kaeriyama, 2004; Kaeriyama, 2010).

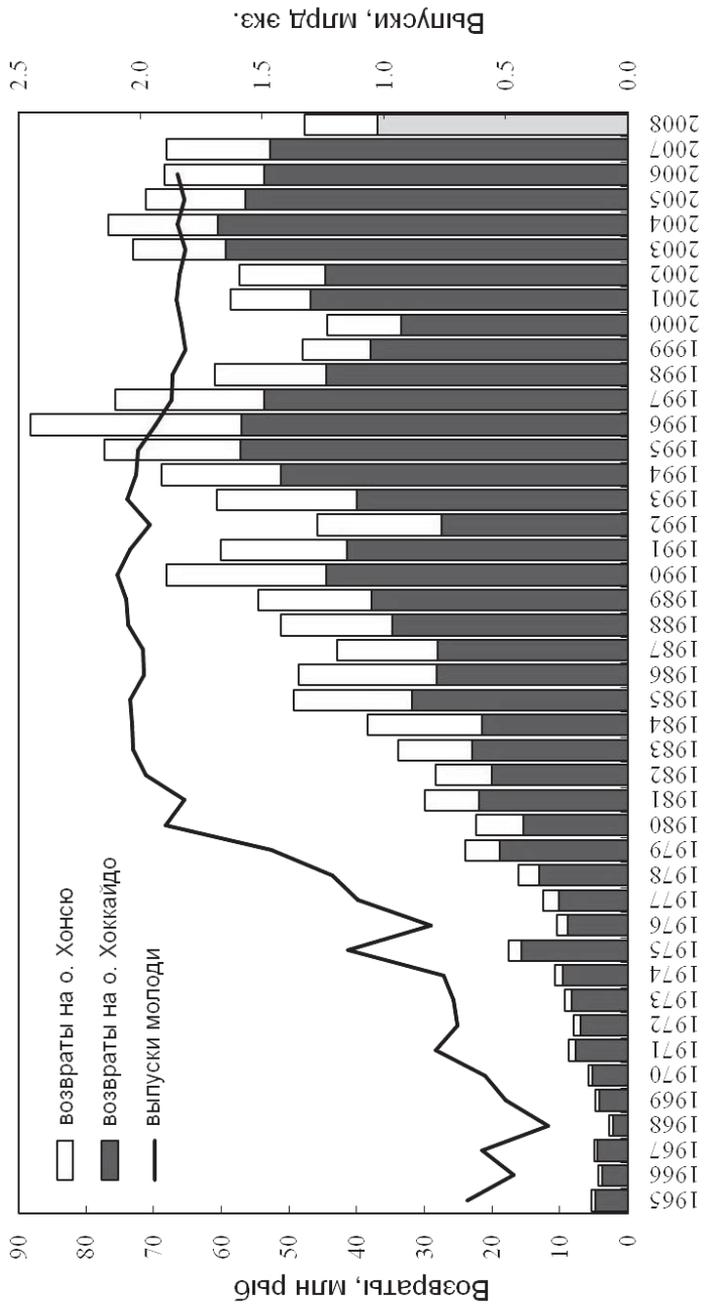


Рис. 8. Выпуски и возвраты кеты в Японии в 1965-2008 гг. (по: Каегіуама, 2010 - <http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/...>)

Высокая выживаемость кеты, выпущенной с японских ЛРЗ, в значительной степени связана с достижениями в заводской технологии (длительное кормление качественными сухими кормами, выпуск молоди массой более 1 г. в экологически обусловленные сроки, профилактика заболеваний и др.). Коэффициент возврата хоккайдской кеты вырос с 2.5% в 1965 г. до 5-6% - в 1990-х гг.; у кеты о. Хонсю - от 0.5% в начале 1960-х гг. до ~3%, к середине 1990-х гг. и снизился до 2% к настоящему времени (рис. 9) (Manken et al., 1998; Hiroi, 1998; Miyakoshi et al., 2010). Максимальные значения коэффициентов возврата во многом обусловлены наиболее благоприятным состоянием океанической среды в соответствующий период (Heard, 1998; Kaeriyama, 1999).

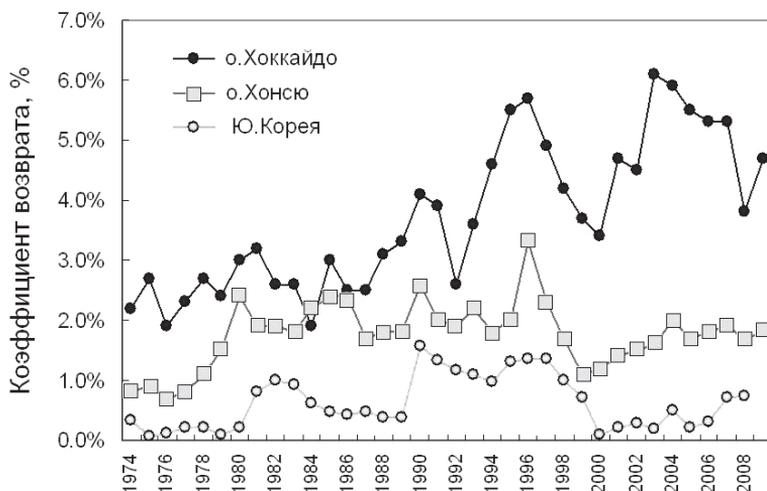


Рис. 9. Коэффициенты возврата кеты, выпущенной с ЛРЗ Японии и Кореи (по: Miyakoshi et al., 2010 - <http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/...>)

Горбушу в Японии выращивают на о. Хоккайдо, выпускают её после небольшой подкормки со средней

массой 0.35-0.37 г. Количество выпущенных мальков менялось от 16 млн экз. в 1970 г. до 150 млн экз. – со второй половины в 1980-х гг. и до настоящего времени. Уловы производителей в реках и прибрежных водах колебались от 0.4 млн рыб в 1970 г. до 19 млн рыб в 1996 г. Несмотря на относительно постоянные объёмы выпуска в последние годы, уловы по годам различаются весьма значительно (рис. 10). Средний коэффициент возврата горбуши в середине 1990-х гг. был близок к 5%. (Hiroi, 1998; Nagata et al., 2010; <http://www.npafc.org/>).



Рис. 10. Выпуски и уловы горбуши в Японии в 1970-2008 гг. (по: Nagata et al., 2010)

Симу с японских ЛРЗ выпускают на разных стадиях развития: мальками - первой весной (с массой 0.6-1 г), пестрятками - осенью (13-20 г) и смолтами - весной второго года (15-40 г), а в целом, средняя масса

составляет 5-8 г (Urabe et al., 2010; <http://www.npafc.org/>). Жилую форму симы - ямаме - используют для товарного выращивания в пресной воде также, как и форель (Запорожец, Зорбиди, 1995).

В отличие от кеты, уловы симы в Японии уменьшились в течение последних десятилетий, несмотря на увеличение заводских выпусков (рис. 11). Молодь этого вида обычно проводит в реке два года перед миграцией в море, поэтому она значительно зависит от состояния пресноводной среды обитания. Укрепление берегов рек камнем и бетоном, плотины и другие гидротехнические сооружения мешают нересту и нагулу молоди, а вылов возвращающихся производителей в устьях рек для заводского разведения уменьшает количество естественно нерестующих взрослых особей (Ohkuma, Nomura, 1991; Mahnken et al., 1998).

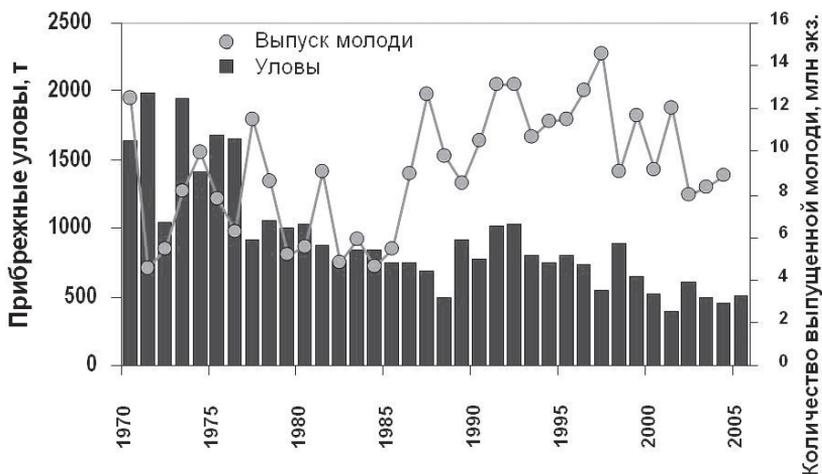


Рис. 11. Выпуски и уловы симы в Японии в 1970-2006 г. (по: Urabe et al., 2010)

В то же время, доля естественно нерестующих рыб остаётся довольно высокой – около 80%, поскольку

производители преодолевают плотины и другие препятствия в весеннее половодье, чтобы подняться в верховья рек и оставить потомство, а смолты скатываются в последующие годы также на пике полои воды. Сима весьма малочисленна в Японии и вылов её ограничен. В последнее время там предпринимают активные действия по охране естественных популяций и восстановлению среды пресноводного обитания (Nagata, Kaeriyama, 2004; Urabe et al., 2010).

Анадромная *нерка* раньше не обитала на японских островах. В 1893 г. на оз. Шикотсу, из которого вытекает р. Читосэ (приток р. Искарри) перевезли икру жилой нерки (кокани) из озера Акан (о. Хоккайдо), а в период 1925-1940 гг. - икру анадромной озёрной нерки с о. Итуруп. В 1980-е гг. смолтов кокани озера Шикотсу выпускали в р. Биби (центральный Хоккайдо), в результате получили анадромную нерку, популяцию которой поддерживают искусственно, выпуская ежегодно небольшое (и убывающее) количество - 1.1-0.3 млн экз. (Kaeriyama et al, 1995; <http://www.npafc.org/>). Технология выращивания нерки схожа с симой: молодь выпускают мальками, пестрятками и смолтами, в последнее время - со средней массой 13-16 г (<http://www.npafc.org/>).

Икру *кижуча* в Японию начали завозить с 1973 г. из США; смолтов (массой ~150 г), полученных в течение 1-2 лет, переводили в морские садки и выращивали около года до массы 2-3 кг. С 1978 г. в морских садках получали товарной продукции от 60 до 26000 т (Шевцова, 1987; Hiroi, 1998).

До недавнего времени считалось, что запасы тихоокеанских лососей поддерживаются в Японии почти исключительно за счёт искусственного воспроизвод-

ства (Шевцова, 1989; Hiroi, 1998; Saito, 2002). Однако в последние десятилетия появились сообщения о естественном нересте кеты и горбуши (Kaeriyama, Mayama, 1996; Nagata, Kaeriyama, 2004; Imai et al., 2007; Miyakoshi et al., 2010; Nagata et al., 2010; Urabe et al., 2010), а недавно японские исследователи (Miyakoshi et al., 2010) представили схемы расположения естественных нерестилищ на Хоккайдо, в частности кеты (Фото 9, вкладка).

Характерно, что дислокация этих мест во многом совпадает с локализацией ЛРЗ (Фото 8, вкладка). Судя по всему, основой для поддержания естественного нереста кеты и горбуши являются выпуски молоди этих видов. В последние десятилетия возвраты заводских лососей к японским берегам столь велики, что рыболовные заводы не в состоянии использовать всех производителей, зашедших в реки, для закладки икры на инкубацию. Поэтому часть вернувшихся рыб нерестится в природных условиях. Тем не менее, имеются данные о том, что, например, в р. Юраппу (на юго-западе Хоккайдо) заводская кета (взятая в рыбоучётных заграждениях) достоверно мельче и моложе, чем естественно нерестящаяся (Imai et al., 2007).

На о. Хоккайдо в г. Саппоро находится Хоккайдский государственный центр лососеводства и аналогичное муниципальное подразделение - Управление лососевых заводов префектуры Хоккайдо.

В Японии выловом производителей для закладки и сбором икры для ЛРЗ занимаются в основном работники рыбацких ассоциаций. Большое количество икры инкубируют на государственных ЛРЗ, а потом значительную часть её передают муниципальным и частным заводам, где выклюнувшиеся личинки после подъёма

на плав получают сухой гранулированный корм до выпуска (Запорожец, Зорбиди, 1995).

Большинство японских ЛРЗ имеет традиционную почти непрерывную схему технологического процесса. Икру инкубируют в отдельном помещении и, после переборки (чаще всего автоматической) на стадии пигментации глаз, раскладывают на рамках на пластиковый или галечный субстрат в бетонные бассейны-каналы, расположенные рядами в цехе для выдерживания свободных эмбрионов. Выклюнувшиеся личинки развиваются там некоторое время, а затем, поднимаясь на плав, самостоятельно скатываются в следующий цех (обычно открытый), где их кормят до выпуска. К этому моменту нижние шандоры (перегородки) в бассейнах снимают, и молодь сама свободно скатывается в реку. Так происходит, например, на ЛРЗ «Ниджибетсу» (Фото 10 , вкладка).

В верховьях реки Читосэ (в 80 км от моря) расположен *государственный экспериментально-производственный ЛРЗ «Читосэ»*, построенный на месте «первенца» японского лососеводства, который обслуживают постоянно полтора десятка человек. В большом корпусе на инкубацию закладывают по 100-120 млн икринок кеты и выпускают около 30 млн сеголеток массой 1-1.5 г. Остальную икру на стадии пигментации глаз передают на частные заводы. Средний возврат кеты на ЛРЗ «Читосэ», который определяли на основе мечения с помощью обрезания плавников, около 5%. Для этого просматривали плавники у 10 тыс. рыб. В возврате 55% составляли особи возраста 0.4. Здесь же подращивали и 300 тыс. экз. нерки. Водоснабжение – смешанное (речное и родниковое). Молодь кормили вручную 6 раз в день, содержа её в бетонных бассейнах по 1 млн мальков.

Частно-кооперативный ЛРЗ «Кёгоку» построен в 1991 г. вблизи япономорского побережья Хоккайдо. Рыбацкие кооперативы финансировали строительство пропорционально доле в общем улове. Постоянный штат - 3 человека, на время кормления нанимают сезонных рабочих. Кормят вручную, считая, что это дешевле, чем устанавливать автоматические кормушки. Максимальная дневная смена - 6 человек. Икру кеты привозили на стадии пигментации глаз с ЛРЗ «Читосэ». Для выдерживания эмбрионов на дно бассейнов укладывают трубчатый субстрат, который убирают после выхода личинок на плав, а уровень воды поднимают до 0.7 м. Естественное освещение слабое, поэтому используют лампы дневного света. Бассейны чистят механическими щётками ежечасно (рис. 12). Отход выбирают 3-4 раза в день. Подращивали ~30 млн экз. (по 1 млн экз. на бассейн) до массы 1-3 г, развозя на выпуск (с конца марта по начало мая) в цистернах на спецмашинах в разные места (для создания там популяций). Отход до всплытия - 2-3%, при выращивании - 0.3%.

Морское садковое хозяйство «Футоро», расположено прямо у пирса в небольшой бухточке, где за месяц подращивают молодь кеты с ЛРЗ «Тосибэтсу» от 0.8 до 2 г. В садках размером 15 x 20 м и глубиной 4 м плавает по 1 млн кеты. Температура воды - 8.5 °С, солёность - 33 ‰. Здесь используют пневматические кормушки. На многих подобных хозяйствах источником тока для работы кормушек служат солнечные батареи (рис. 13).

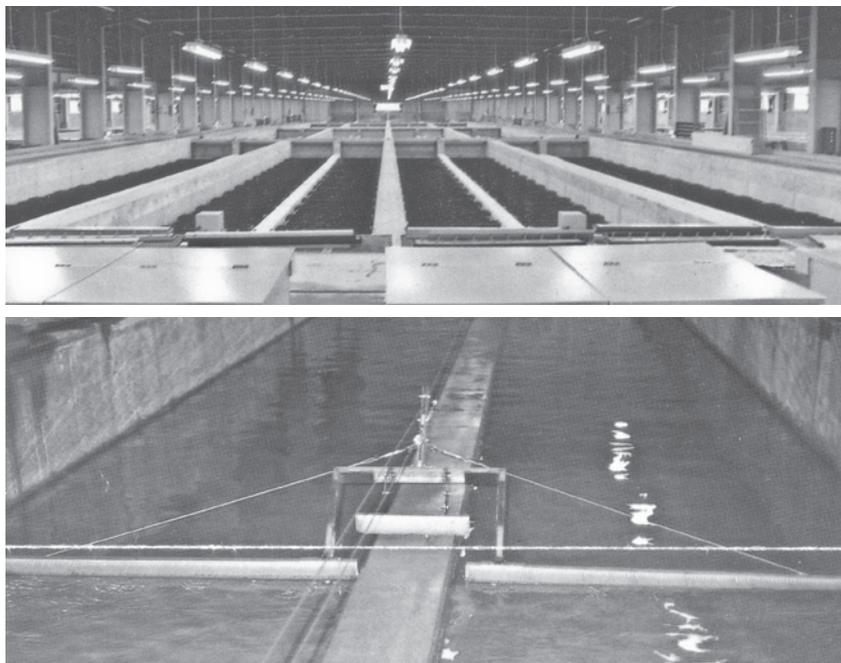


Рис. 12. Частно-кооперативный рыбоводный завод в Кёгоку. Наверху – цех, внизу – бассейны с молодь; видны механические щетки для чистки дна



Рис. 13. Морские садки и использование там пневматических кормушек для рыб на солнечных батареях

По данным Хирои (Hiroi, 1998), ежегодные затраты на искусственное разведение анадромных лососей в Японии в 1980-90-е гг. составляли 10-14 млрд иен, тогда как стоимость продукции прибрежного вылова возвращающихся взрослых особей - 50-90 млрд иен, что более чем в пять раз превышало издержки.

ЮЖНАЯ КОРЕЯ И КИТАЙ

Первый лососевый завод в Южной Корее построили в 1913 г. близ г. Кавон (на территории нынешней Северной Кореи). Современное выращивание кеты началось в 1967 г., когда основали ЛРЗ на рр. Милянг и Осип, а в 1984 г. создали научно-исследовательский институт рыболовства во внутренних водах. Заводскую кету выпускают в 12 рек на восточном побережье Ю. Кореи. В период 1970-2000 гг., количество молоди, выращенной по заводским программам, возросло с 8 тыс. до 22 млн экз., затем стало снижаться (рис. 14). Выживаемость рыб до возврата колебалась от 0.3 до 1.5% (в среднем - 0.7%). Количество кеты, добытой в пресных водах, выросло с 410 экз. в 1970 г. до 35 тыс. экз. в 1995 г. С 1990 г. кету стали ловить и в морском побережье, поэтому уловы значительно возросли (Seong, 1998). В начале XXI в., в связи с ухудшением океанических условий нагула, упали возвраты корейской кеты (Seo et al., 2005), синхронно с таковыми для о. Хонсю (см. рис. 8).

Технология выращивания кеты очень сходна с японской, молодь выпускают при массе около 1 г в феврале-марте. Часть молоди перевозят в другие (не родные) реки (Seong, 1998).



Рис. 14. Выпуски ЛРЗ и уловы кеты в Южной Корее в 1967-2009 гг. (по данным NPAFC: <http://www.npafc.org/>).

В **Китае** выпускали мальков осенней кеты в реку Вушули с 1957 г., и до 1969 г. выпущено всего 16 млн экз. молоди. В 1988 г. начали работу 2 небольших ЛРЗ «Фуян» на р. Хейлунцзян и «Раохе» на р. Суйфеньхе, где ежегодно выращивают совокупно около 1 млн мальков кеты. Но восстановления запасов пока не наблюдали, более того, сохраняется тенденция к сокращению численности осенней кеты (Сао Гуанбин и др., 2006).

РОССИЯ

Разведением тихоокеанских лососей занимаются в нескольких регионах Дальнего Востока: Сахалино-Курильском, в Приморье, Хабаровском крае, Магаданской области и на Камчатке (рис. 15). Причём с заводов Сахалинской области выпускают около 80% молоди от общего объёма искусственного воспроизводства лососей российской части Северной Пацифики (<http://www.npafc.org/>).

Сахалинская область (Сахалино-Курильский регион)

К началу 60-х гг. XX века провели реконструкцию старых сахалинских заводов и построили новые (Чернявская, 1964; Хоревин, 1986): в тот период на Сахалине работали 20 ЛРЗ и 5 – на о. Итуруп (Курильская гряда), на которых закладывали на инкубацию около 500 млн экз. икры кеты (70-80%), горбуши, и около 1% симы. Молодь выпускали (и продолжают выпускать) в реки охотоморского (на северо-востоке, юге и юго-востоке Сахалина и о. Итуруп) и япономорского (на юго-западе Сахалина) побережий (рис. 15) (Канидьеv, 1965).

Исторически сложилось, что заводы по воспроизводству лососей (в основном горбуши) строили на водоёмах с обильным и ненарушенным естественным нерестом и в меньшей степени, где запасы значительно подорваны (кеты) (Рухлов, 1973). Большинство заводов расположено на небольших нерестовых речках, в 2-10 км от моря, хотя есть и более удалённые (до 180 км). Стандартная комплектация ЛРЗ включала инкубатор и питомник, через которые самотёком поступала ключевая, речная или озёрная вода. Заводы условно делили на «холодноводные» (с температурой воды 0.1-0.3°C на эмбрионально-личиночном этапе развития) и «тепловодные» ($t \sim 1.5-3^\circ\text{C}$) (Канидьеv, 1965).

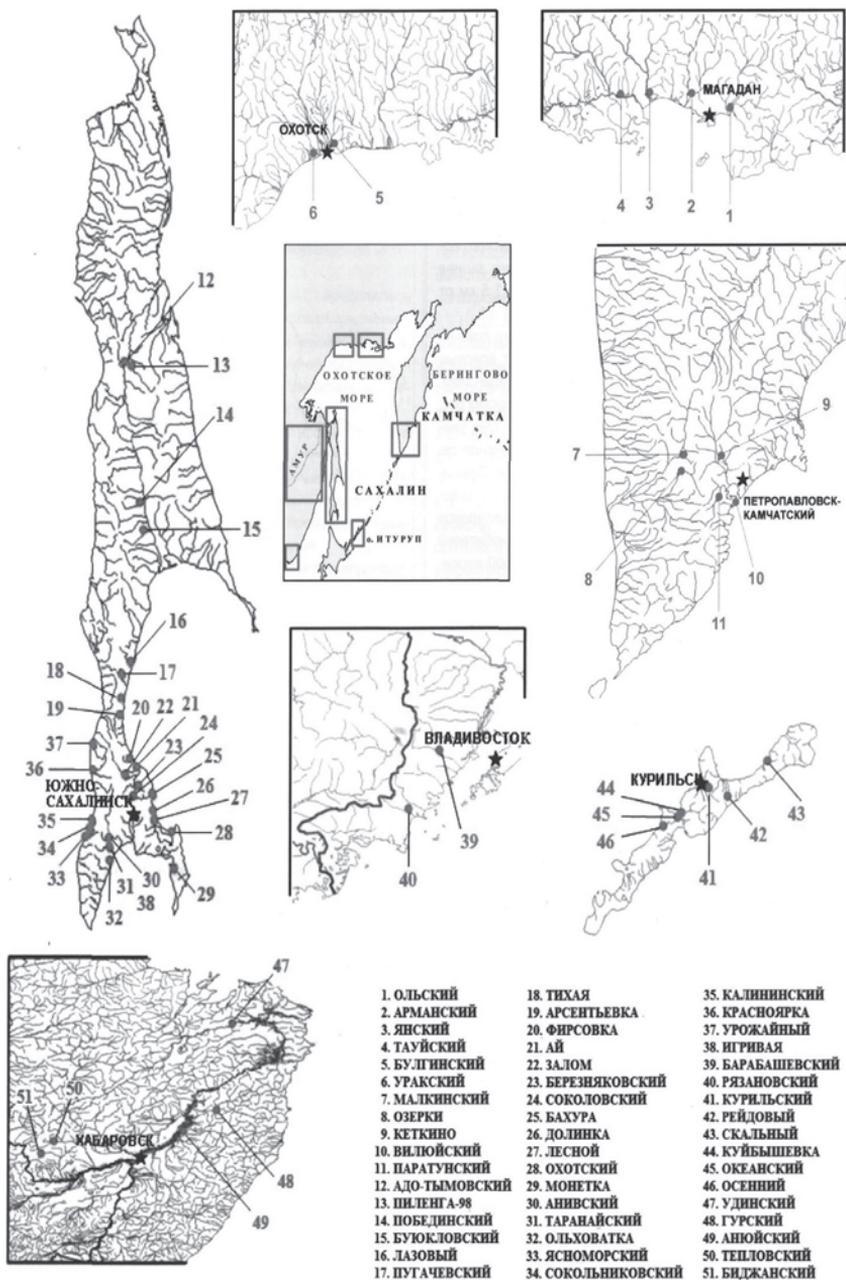


Рис. 15. Расположение лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока России (по: Итоги работы ..., 2007б)

Икру горбуши собирали у производителей, идущих на нерест, в основном, в тех же реках, где стоят заводы, а кеты - зачастую привозили за десятки, порой и сотни километров. Икру дезинфицировали формалином, малахитовой зеленью, медным купоросом, инкубировали на рамках, перед выклевом переносили из инкубационного цеха в питомник, чаще всего - с каменистым дном и бетонными стенками, где выдерживали во время периода покоя 3-5 мес. После выхода на плав мальков кеты подкармливали, намазывая корм (икру минтая и трески) на специальные столики, выпускали весной - в начале лета, массой 0.5-0.7 г - с «тепловодных» заводов и 0.3-0.35 - с «холодноводных». Горбушу выпускали обычно без подкормки, либо после краткосрочного кормления с массой 0.2-0.35 г. (Канидьеv, 1965).

Мелкая молодь чаще всего становилась добычей хищных рыб (кунджи, мальмы, симы, тайменя и пр.). Например, в 1962 г. половину молоди горбуши, выпущенной с «холодноводного» ЛРЗ «Лесного» (Ю. Сахалин), съели хищники вблизи завода (8 млн экз.), а в 1964 г. - жертвами стали 10 млн экз. мальков (70% от общего выпуска) (Воловик и др., 1972). На этом ЛРЗ с 1957 г. инкубировали до 10 млн экз. икры кеты, привезённой с других рек, однако возврат производителей к заводу был штучным (Канидьеv, 1965). По результатам проведённого анализа А.Н. Канидьеv (1965) предложил переориентировать «холодноводные» ЛРЗ на выращивание преимущественно горбуши и в 1970-1980-х гг. этот вид преобладал в выпусках молоди лососей в Сахалино-Курильском регионе (Рухлов, Любаева, 1980; Каев, Игнатъев, 2007). С середины 1990-х гг. по 2009 г. доли выращиваемой кеты и горбуши стали примерно одинаковыми (<http://www.npafc.org/>; рис. 16). Количество

выпускаемой молоди лососей увеличивалось с ~50 млн экз. в 30-40-х гг. XX в. (Двинин, 1954) до 320 млн экз. в 1960-х (Чернявская, 1964) и до ~900 млн экз. в начале 1980-х гг. (Хоревин, 1986). Затем выпуски заметно снизились до 400-600 млн экз., и ныне составляют 700-750 млн экз. (Каев, Игнатъев, 2007; <http://www.npafc.org/>).

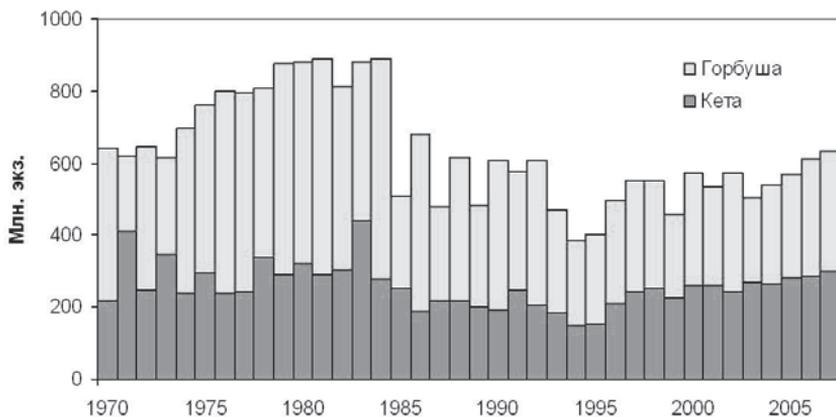


Рис. 16. Выпуск молоди горбуши и кеты с рыбоводных заводов Сахалинской области в 1970-2007 гг. (Каев, Игнатъев, 2007)

Практика перевозок икры из одного водного бассейна в другой, начатая ещё при появлении первых рыбоводных заводов, продолжалась в Сахалино-Курильском регионе и в 1960-70-е гг. и далее – до нынешних дней. Причём перевозили икру не только внутри региона, обмениваясь между заводами, но и в другие отдалённые места – в Сибирь, на побережья Каспийского, Белого и Баренцева морей и даже в штат Орегон (США). Самые масштабные перевозки осуществляли на северо-запад России. С 1956 по 1980 гг. до 50 млн экз. икры кеты и горбуши ежегодно сахалинские рыбоводы отправляли для акклиматизации на Баренцево и Белое моря

(Ефимов, Керштейн, 1960; Чернявская, 1962, 1964; Канидьев, 1965; Рухлов, 1982; Вронский, 1983; Ковтун, 1986; Кудерский, 2001; Макеев, 2006, и др.). С таких крупных сахалинских рек, как Тымь и Найба, в 1960-е гг. увозили по 60-100 и более млн экз. икры лососей, подрывая местные ресурсы до такой степени, что потом, из-за нехватки производителей, пришлось завозить туда икру с других заводов (Гриценко и др., 1987; Ефанов и др., 1979; Ковтун, 2002).

Одной из причин этих перевозок было отношение к искусственному воспроизводству лососей как к промышленному процессу, по аналогии с американскими «фабриками рыб» (Лихатович, 2004). В рамках этой концепции, для повышения экономической эффективности работы ЛРЗ требовалась высокая концентрация производства, а также загрузка всех имеющихся мощностей, в том числе, с помощью транспортировки икры с других рек. Аргументами в пользу таких решений было то, что стоимость строительства и эксплуатационные расходы значительно снижаются с возрастанием мощности заводов; при этом можно создавать лучшие условия для быта работников, для хранения использованной рыбы и для функционирования звероферм (на этом сырье), а облов крупных заводских стад будет обходиться дешевле (Филатова, 1960; Копосов, 1965).

Транспортировки приводили не только к уменьшению биологического разнообразия стад, выражением которого являлось сближение ряда характеристик у возвращающихся на нерест рыб (Ковтун, 1986), но и к снижению их возврата. При отсутствии учёта экологических условий разных районов, и в результате многократного повторения транспортировок, разводимая и донорская популяции теряли свое значение в воспро-

изводстве. Однако, поскольку главной целью было (и остаётся) выполнение планов по закладке икры и выпуску молоди, последствия перевозок обычно не принимали во внимание. В то же время, специалисты неоднократно давали этому процессу негативную оценку (Ефанов и др., 1979; Вронский, 1980, 1983; Гриценко и др., 1987; Ковтун, 2002).

В 1960-1970-е гг. часть неэффективных заводов закрыли (Хоревин, 1986). В 1990-х гг. на сахалинских ЛРЗ провели очередную реконструкцию, в результате которой рыбоводы смогли регулировать температуру выращивания рыб. Использование гибкого сочетания водоподачи из глубинных скважин, подрусовых водозаборов и дренажных систем позволило проводить инкубацию и выдерживание свободных эмбрионов при такой температуре, чтобы подкормку мальков можно было начинать за 1-1.5 мес. до ската. Это дало возможность выпускать жизнестойкую молодь в период наиболее оптимальных условий природной среды. Построили новые здания заводов, рыбоучётные заграждения и другие вспомогательные сооружения (по японским стандартам). ЛРЗ оснащали современным оборудованием - бассейнами, электрическими кормушками, системами учёта и регулирования водоподачи (Любаева и др. 2000; Романчук, 2000). Начались поставки сухих гранулированных кормов для рыб, гораздо более технологичных и сбалансированных по составу, по сравнению с влажными, изготавливаемыми из разных компонентов (икры минтая, трески, печени и др.) силами сотрудников заводов (Пономарёв и др., 1991).

Эти масштабные процессы требовали значительных материальных затрат, которые осуществлялись, преимущественно, на основе компенсационных выплат Японией

за дрейфтерный вылов лососей в российских водах (в соответствии с Соглашением между Правительствами СССР и Японии «О сотрудничестве в области рыбного хозяйства» от 12 мая 1985 г.).

Проведённая реконструкция, по мнению сахалинских специалистов, привела к увеличению эффективности заводского разведения тихоокеанских лососей (Любаева и др. 2000; Романчук, 2000; Каев, Игнатъев, 2007).

Поскольку основной задачей искусственного воспроизводства рыб является увеличение их ресурсов, в первую очередь – для промышленного освоения (вылова), постоянно поднимался вопрос о его эффективности. Косвенная оценка работы ЛРЗ, основанная на анализе динамики подходов лососей к устьям их базовых рек, зачастую не позволяла сделать однозначные выводы. Поэтому в разные годы предпринималось множество попыток решить эту проблему с помощью мечения (путём обрезания разных плавников), в основном на горбуше: в 1960-1982 гг. – на япономорском побережье, в 1976-1983 гг. – на охотоморском, в 1973-1979 гг. – на о. Итуруп. Затем меченых рыб учитывали в промысле, уловах ЛРЗ, и на нерестилищах (Золотарева, 1980; Рухлов, Любаева, 1980; Рухлов, Шубин, 1986; Хоревин, 1986).

Мечение путём ампутации жирового плавника показало большой стрейнг (рассеивание) горбуши, не только по Сахалино-Курильскому региону, но и в Приморье (до 6% от общего количества учтённых меченых рыб), и даже на Камчатку (0.5%) (Золотарева, 1980). Максимальное количество рыб, помеченных в других частях региона, было обнаружено у о. Итуруп. На юго-западе Сахалина также встречалась горбуша, выпущенная с прочих мест (Рухлов, Любаева, 1980).

Коэффициенты возврата заводской горбуши, полу-

ченные по данным мечения за ряд лет, изменялись от 0.01 до 10.4%, а в среднем для юго-запада Сахалина (япономорское побережье) - 0.17%, залива Анива - 0.7%, юго-востока Сахалина - 2.3%, о. Итуруп - 4.6% (Рухлов, Шубин, 1986). В этой же работе приведены и коэффициенты возврата, рассчитанные по данным промысловой статистики, заполнения нерестилищ и ската молоди заводского и естественного происхождения, которые отличаются от результатов мечения в 1.3-2 раза. Аналогичные расчёты выполнил Л. В. Коряковцев (2001) для периода 1990-х гг. По его расчётам, возвраты горбуши увеличились и составляли к концу XX в.: на юго-западе Сахалина 0.8%, в заливе Анива - 3.8%, на юго-востоке Сахалина - 3.5% и на Итурупе - 6%. Однако автор отмечает, что и мечение и расчёты могут не отражать реальной ситуации с возвратами рыб, поскольку построены на целом ряде допущений (Коряковцев, 2001). Кроме того, после окончания мечения были получены данные о поимках рыб с аномалиями плавников, схожими с ампутацией (Шубин, 1988, 1988а), что позволило усомниться в надёжности результатов идентификации заводских рыб таким способом.

Итоги большой и трудоёмкой работы по мечению молоди с помощью отрезания плавников многими исследователями воспринимались (и воспринимаются) весьма неоднозначно. Одни приняли их (Рухлов, Любаева, 1980; Рухлов, Шубин, 1986) и сделали выводы о высокой эффективности работы искусственного воспроизводства горбуши в регионе (за исключением юго-запада Сахалина), другие - критиковали, считая результаты завышенными, в основном из-за методических погрешностей (Коряковцев, 2001; Каев, Чупахин, 2003; Макеев, 2006; Каев, Игнатъев, 2007).

Оценивая заводской вклад в воспроизводство *горбуши*, А. М. Каев и Ю.И. Игнатъев (2007), полемизируя с Е. Д. Романчук (2000), писали, что динамика численности этого вида сходна для разных районов Сахалино-Курильского региона, независимо от наличия ЛРЗ и, например, в «урожайном» 2006 г. 80% уловов горбуши пришлось на районы, где отсутствовали заводы. Авторы делают вывод, основанный на расчётах, что изменения запасов статистически значимо связаны с величиной ската дикой молоди, а не с выпусками заводской. Кстати, С. П. Воловик с коллегами (1972) показали (по итогам экспедиционно-полевых работ), что у горбуши разных рек южного Сахалина в естественных условиях выживаемость весьма высока: в среднем - 2-5% (и до 17%). По-видимому, оценка заводских возвратов горбуши требует более надёжных методов идентификации.

Эффективность искусственного воспроизводства сахалинской *кеты* до сих пор оценивали в основном расчётными методами. Например, по данным А. Е. Ландышевской (1970), в юго-западном районе Сахалина выживаемость заводской кеты в период 1955-1964 гг. составляла около 0.45%. А.А. Ковтун (1986) определила коэффициенты возврата кеты на рыбоводные заводы этого района в 1955-1980 гг. на уровне 0.1-0.3%, а юго-восточного – не более 0.1%. О. Ф. Гриценко с коллегами (1987) рассчитали возвраты на ЛРЗ северо-востока Сахалина: на Адо-Тымовский (р. Тымь) от поколений выпуска 1973-1978 гг. - 0.18%, а по данным мечения (путём обрезания плавников) в 1979 г. - 0.09-0.28%; на Побединский ЛРЗ (р. Поронай) – от поколений 1973-1982 гг. - 0.08%; на Буюкловский (р. Буюклинка) – 1969-1979 гг. - 0.07%. Позже А.А. Ковтун (2002) рассчитала коэффициенты возврата от поколений 1960-1997 гг.

для кеты р. Тымь разного происхождения: заводской - 0.14%, а дикой - 1.1%. Близкие цифры получены А. М. Каевым и Л. Д. Хоревиным (2003): в возвратах 1981-2001 гг. - 0.13% и 1.2%, соответственно. Приведённые данные свидетельствуют о существенно более высокой выживаемости кеты естественного воспроизводства, по сравнению с заводской.

Одной из причин пониженной выживаемости кеты, выпущенной с рыбоводных заводов Сахалина, могли быть регулярные межбассейновые транспортировки икры, повлекшие снижение адаптационных способностей вселенцев. Подобным реальным примером является перевозка икры кеты из р. Курилки (о. Итуруп) на Соколовский и Березняковский ЛРЗ (р. Найба, юго-восток Сахалина) в 1972 г. (Ефанов и др., 1989). Часть выпущенной на следующий год молоди вселенцев поместили обрезанием жирового плавника. Сравнение возврата местной и завезённой популяций показало выживаемость последней примерно в 9 раз ниже, чем первой (0.9% и 0.1%, соответственно). Кроме того, коэффициент возврата вселенцев был в 6 раз меньше, чем в донорской (курильской) популяции.

Ю. И. Игнатъев (2007) приводит расчётные коэффициенты возврата кеты на сахалинские ЛРЗ для поколений выпуска 1978-2001 гг.: 0.12% - северо-восток (Адо-Тымовский и Пиленга), 0.34% - зал. Терпения (Побединский и Буюкловский), 0.63% - юго-восток (Охотский и заводы бассейна р. Найбы), 0.48% - юго-запад (Калининский, Ясноморский, Сокольниковский), 0.46% - залив Анива (Монетка и Таранайский). Эти коэффициенты в основном выше, чем приведённые для предыдущих лет (Ковтун, 1986; Гриценко и др., 1987), что объясняют проведённой в 1990-е гг. реконструк-

цией заводов (Игнатъев, 2007; Каев, Игнатъев, 2007; Каев, 2008). Кроме того, сахалинские исследователи (Игнатъев и др., 2006; Игнатъев, 2007) считают, что возвраты заводских рыб выше в небольшие реки (например, р. Островка), где молодь быстро скатывается в море, а возвращающиеся производители в меньшей степени подвержены нелегальному изъятию, в противоположность более крупным (например, р. Тымь). В то же время, лососи, заходящие на нерест в короткие реки, обычно имеют хорошо выраженный брачный наряд и, соответственно, пищевое качество их значительно снижается, также как и ценность для промысла. С этой точки зрения заводы, расположенные на малых реках, неперспективны для промышленности (Рухлов, 1973).

В работе А. М. Каева и Ю. И. Игнатъева (2007) приведены результаты анализа взаимосвязей объёмов выпуска заводской молоди кеты с последующими уловами в зонах влияния сахалинских ЛРЗ в 1970-1995 гг., согласно которым, статистически значимые корреляции между ними отсутствовали, за исключением юго-западного района, где выявлена достоверно отрицательная зависимость ($r=-0.39$, $p<0.05$), то есть, с увеличением количества выпускаемой молоди промысловые подходы уменьшаются. Характерно, что ранее А. А. Ковтун (1986) писала об этом же явлении конкретно для Калининского ЛРЗ (юго-запад Сахалина).

Увеличение уловов кеты в районе Южных Курил в последние годы связывают с возросшим искусственным воспроизводством этого вида на о. Итуруп (Каев, Игнатъев, 2007, 2009), хотя по данным А. М. Каева и его коллег (Каев, 2003; Каев и др., 2008), на этом острове имеются обширные естественные нерестилища, куда ежегодно заходят сотни тысяч производителей. Кроме

того, мимо Южных Курил проходят пути миграции как сахалинских, так и японских стад кеты, неизбежно попадающих в морские уловы (Атлас распространения в море..., 2002). Вполне возможно, что искусственное воспроизводство кеты играет значительную роль в динамике запасов этого вида о. Итуруп, однако *для надёжного подтверждения этого тезиса необходимы более веские доказательства, основанные на идентификации происхождения производителей в уловах, например, с помощью маркировки отолитов или по структуре чешуи. Это в равной мере касается и других районов Сахалинской области, где есть основания для подобных утверждений.* В данном случае уместно привести мнение Л.А. Животовского и его коллег (2009): «Следует подходить строго индивидуально к оценке эффективности работы каждого рыбководного завода на основе данных по выпуску, возврату и другим биологическим показателям... А иначе можно получить любой наперёд заданный результат, нужным образом объединяя и разъединяя многолетние ряды наблюдений» (с. 145).

Кижуча и симу также выращивают в Сахалино-Курильском регионе, но масштабы несопоставимы с воспроизводством горбуши и кеты. Так, объёмы выпуска молоди кижуча варьируют от 0.18 до 6.6 млн экз., а сроки – от весны до поздней осени. Выпускают в основном сеголетками, массой 0.35-2.5 г, годовиками и двухлетками, массой 4-22 г. Симу выпускают по той же схеме, что и кижуча, в количестве от 14 до 1878 тыс. экз. при массе 0.9 – 34 г. Данных о возвратах симы не обнаружено. Возвраты кижуча к сахалинским ЛРЗ в большинстве случаев единичны, особенно при интродукции икры в районы, где нет его естественного воспроизводства (Макеев, 2000, 2006; Итоги..., 2002, 2004, 2007а, 2007б;

Ковтун, 2005; Зорбиди, 2010; <http://www.npafc.org/>).

В 2010 г. в Сахалинской области действовало 37 ЛРЗ, из которых 16 – федеральных (5 из них переданы в аренду) и 21 – частный (<http://www.fishkamchatka.ru/>). Доля выпущенной молоди с последних заводов достигает 30% от общего объёма искусственного воспроизводства региона (Марковцев, 2009). Одна из основных причин появления частных ЛРЗ – возможность получения лимитов на вылов лососей в морском прибрежье базового водоёма (выставление ставных неводов по обе стороны от устья), в качестве компенсации затрат на строительство и эксплуатацию ЛРЗ, а также вероятность закрепления за предприятием базового водоёма на условиях долгосрочной аренды. В случае отсутствия таких возможностей, закреплённых законодательными актами, частные заводы перестанут существовать (Каев, Игнатъев, 2007; Марковцев, 2009).

На волне интереса к частным ЛРЗ в Сахалинской области было разработано много рыбоводно-биологических обоснований для их строительства на реках, где наиболее эффективно нерестится горбуша. По мнению А. М. Каева и Ю.И. Игнатъева (2007), сооружение рыбоводных заводов на таких реках может нанести урон природным популяциям.

Уменьшение продуктивности естественного нереста лососей в ряде рек Сахалино-Курильского региона исторически связано не только с загрязнениями рек промышленными отходами, лесоразработками и молевым сплавом, распашкой речных пойм, но и с активной и всё возрастающей деятельностью рыбоводных заводов по отлову рыб, возвращающихся на нерест. Для закладки икры на ЛРЗ работники заводов обычно полностью перекрывали (и перекрывают) реки в период

рунного хода лососей, не давая пройти производителям на естественные нерестилища, подрывая, таким образом, дикие популяции. Только после выполнения планов по закладке, забойки снимали, пропуская оставшихся рыб в места их нереста (Лазарев, 1954; Ландышевская, 1965; Гриценко и др., 1987; Ковтун, 2002; Каев, 2003).

В 2009 и 2010 гг. рыбоучётные заграждения (РУЗ), ранее используемые в основном для учёта производителей и отлова заводского возврата, в Сахалинской области начали применять на реках с целью изъятия «лишних рыб и недопущения заморов на нерестилищах» (<http://www.fishkamchatka.ru/>). Это стало возможным после включения в «Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (2008) положения, согласно которому рыбоводные забойки и рыбоучётные заграждения разрешено использовать в качестве орудий промышленного рыболовства тихоокеанских лососей (см. статью 31.6 «Правил...»). В результате функционирования таких РУЗов под руководством частных компаний в рекордную путину 2009 г. нерестилища в 6 районах области из 14 остались незаполненными, а в двух районах - производители встречались лишь единично, только в одном Анивском районе заполнение нерестилищ горбушей превысило 100% (<http://www.sakhalin.info/23.07.2010>). Такая практика в дальнейшем может привести к уменьшению лососевых ресурсов на Сахалине и Курилах.

Хабаровский край

В 1950-е гг. на Амуре продолжали работу два ЛРЗ – Тепловский и Биджанский. На первом из них ещё на рубеже 1940-х гг. стали внедрять новые технологические элементы, значительно увеличили количество переборок икры, ввели промывание её под душем каждые 6 дней, начиная с закладки. Для этого рамки с икрой устанавливали на электротранспортёр и они проходили сквозь занавесу воды, которую подавали насосом в большую лейку, затем икра поступала на переборку отхода (пинцетам), который обязательно протоколировали. Икру инкубировали в аппаратах Аткинса в стопках по 10 шт., 4 стопки в каждом. Уровень воды поддерживали выходными шандорами на 2 см выше рамок, для контроля применяли поплавковую электросигнализацию. Эти мероприятия значительно снизили смертность икры (в среднем - с 31 до 6%).

Дно питомников, где выдерживали личинок, стали покрывать мелкой галькой взамен крупной, что не позволяло сильно зарываться личинкам. Дальнейшее развитие молоди после выхода личинок на плав происходило в естественном лимнокрене – оз. Тёплом, богатом личинками и куколками хирономид, а также олигохетами. Через 1-2 мес. нагула молодь скатывалась в р. Биру и далее в Амур. Возвраты к Тепловскому заводу, по расчётным данным, составляли в среднем 0.1-0.15%, а по данным мечения - 0.2%, к Биджанскому ЛРЗ - 0.06% (Васильев, 1954; Леванидов, 1954а, б; Чернявская, 1957; Рослый и др.,

1987). В то же время, выживаемость кеты естественного воспроизводства в 1950-1980-е гг. в среднем составляла 1.5-2% (Рослый, 2002).

В 1970-е гг. Биджанский ЛРЗ, при имеющейся производственной мощности в 20 млн экз., выпускал до 40 млн молоди, а в 1990-е гг. сократились подходы производителей и мощность завода по выпуску уменьшили до 5 млн экз. (Беспалова, Антипова, 2009).

В 1969-1973 гг. на Тепловский ЛРЗ привозили икру кеты с Соколовского ЛРЗ (о. Сахалин), однако возвратов от выпуска сахалинской молоди не наблюдали (Рослый и др., 1987; Беляев и др., 2000).

В 1963 г. в 76 км от устья р. Амгуни, крупнейшего левого притока Амура, на небольшой горной речке Верхней Уде (260 км от Амурского лимана), построили Удинский ЛРЗ для воспроизводства летней кеты и горбуши. Проект завода, ориентированный первоначально на речное водоснабжение, оказался неудачным и поэтому в течение нескольких лет происходили его многочисленные доработки. В результате перешли на подачу воды с артезианской скважины с температурой 4°C. Для воспроизводства отлавливали проходящую выше по Амгуни совершенно незрелую рыбу, поэтому отходы при выдерживании производителей и инкубации икры были весьма значительны и в 1970 г. завод переориентировали на разведение осенней кеты. После этого в течение 10 лет икру для закладки привозили с побережья Охотского моря (р. Иски), возвратов практически не наблюдали. С 1981 г. по начало 1990-х гг. икру стали завозить с притока р. Амгуни (кл. Камакан), который на 450 км выше завода. С тех пор к заводу стала возвращаться кета (0.2-0.5% от выпуска) и её использовали для воспроизводства. Современная

мощность Удинского ЛРЗ - 14.6 млн молоди, а выпуски в 1993-2007 гг. составляли от 0 до 8 млн экз. (Енютина, 1972; Беляев и др., 2000; Хованский и др., 2008).

Четвёртый амурский ЛРЗ – Гурский – построили в 1967 г. на р. Гур, правом притоке Амура, в 700 км от устья. Водоснабжение грунтовое, температура 3-7°C. Мощность по закладке икры осенней кеты в начале работы – 5 млн экз., после реконструкции – 10 млн экз. Производителей на начальном этапе отлавливали в разных местах, расположенных до 450 км от ЛРЗ. В 1990-е гг. к заводу подходило от 440 до 4200 рыб. В период закладки икры в протоке реки, где стоит ЛРЗ, выставляют электрозаградители для отлова проходящих рыб. В 1993-2007 гг. выпускали 0.6 – 12.5 млн экз. С этого завода в 1990-х гг. на Тепловский и Биджанский ЛРЗ перевезли около 28 млн экз. икры кеты (Беляев и др., 2000; Селютина, 2004; Хованский и др., 2008). Перевозки осуществлялись и позднее, например, в 2005-2007 гг. с Гурского завода отправили на другие ЛРЗ более 46 млн экз. икры (Хованский, Крушанова, 2008).

На охотоморском побережье Хабаровского края работают два завода, финансируемые рыболовецкими колхозами: Булгинский на р. Кухтуй (с 1995 г.) и Уракский на р. Урак (с 1996 г.), мощностью по 20 и 10 млн экз. молоди кеты, соответственно. Реальный выпуск в период до 2007 г. составлял от 0.1 до 4.6 млн экз., в основном из-за недостатка производителей (Беляев и др., 2000; Хованский и др., 2006, 2008). Выпуски эти не оказывают заметного влияния на численность производителей охотской кеты (Хованский и др., 2009) и скатывающейся из рек молоди (Китов, 2005).

В 1999 г. первую закладку икры осенней кеты про-

извели на новом, самом современном, Анюйском ЛРЗ, расположенном на правом притоке Амура, р. Анюй, в 800 км от лимана. Завод оснащён японским оборудованием. Сбор икры осуществляли на притоках р. Анюй. Дальнейшая инкубация на заводе проходит в аппаратах Аткинса ящичного типа и «Боксах» насыпью. Молодь кормят сухими гранулированными кормами до массы 0.8-1 г. Выпуски в 2000-2007 гг. росли от 0.35 до 24 млн экз. Первый небольшой возврат производителей отмечен в 2004 г., в 2006 и 2007 гг. регистрировали массовые подходы кеты (7 и 22 тыс. экз.). Для определения коэффициента возврата у выпускаемой молоди обрезали спинные плавники (Хованский и др., 2008).

Поскольку в Хабаровском крае до сих пор отсутствует надёжная система мечения, утверждения о принадлежности рыб к заводскому стаду без идентификации их происхождения неправомерны. Однако методы мечения с помощью обрезания плавников, особенно спинного, не только не физиологичны и не технологичны, но и приводят к значительной гибели рыб (Saunders, Allen, 1967; Weber, Whale, 1969; Перри, Бейли, 1990). В то же время, определение происхождения рыб (заводские или дикие) в смешанных уловах, прежде всего, в Амурском лимане, необходимо для оценки эффективности работы рыбоводных заводов, особенно в условиях мощного пресса легального и нелегального промысла.

В 2003 г. на оз. Тихом, у впадения ручья Гыджу (Сов. Гаваньский район), начал работу частный ЛРЗ ООО «Комета», с которого в 2004 г. выпустили 231 тыс. экз. кеты, привезённой с Анюйского ЛРЗ, а в 2007 г. - уже более 2 млн экз. В 2005-2007 гг. с завода выпускали также молодь симы - 60-280 тыс. экз. (Хованский и др., 2008, 2009).

Общие выпуски кеты с амурских ЛРЗ (в основном Тепловского и Биджанского), достигшие 100 млн экз. в 1970-1980-е гг., снизились к 1999 г. до 3 млн экз., а затем снова выросли к 2008 г. до 82 млн экз., прежде всего, за счёт заводов низовьев Амура (рис. 17) (Селютина, 2004; Куманцов, 2008; Хованский и др., 2008).

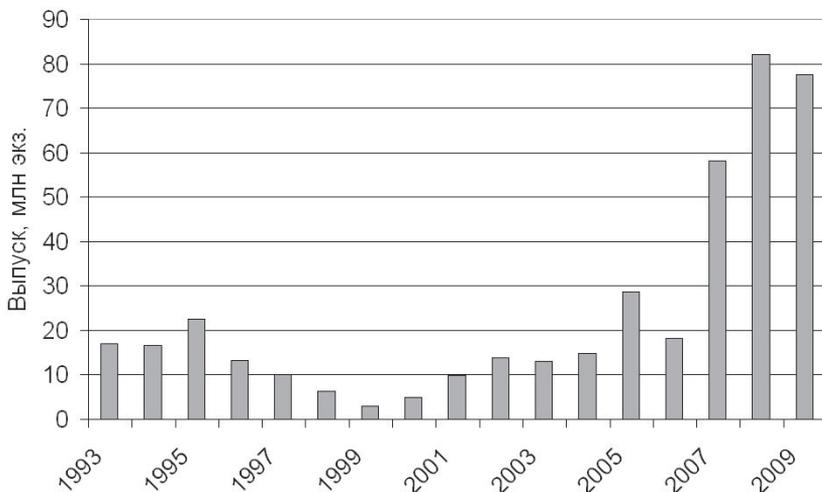


Рис. 17. Динамика выпусков молоди осенней кеты с ЛРЗ Хабаровского края в 1993-2009 гг. (по: Хованский и др., 2008; <http://www.npafc.org/>)

Тем не менее, на протяжении почти всей истории искусственного воспроизводства на Амуре влияния выпусков кеты с амурских ЛРЗ на динамику соответствующих ресурсов не наблюдалось (рис. 18). По данным учёных ХоТИНРО, доля заводских рыб в скате молоди составляла ~9% (рис. 19), а в уловах - 4-8% (Беляев и др., 2000; Новомодный и др., 2004).

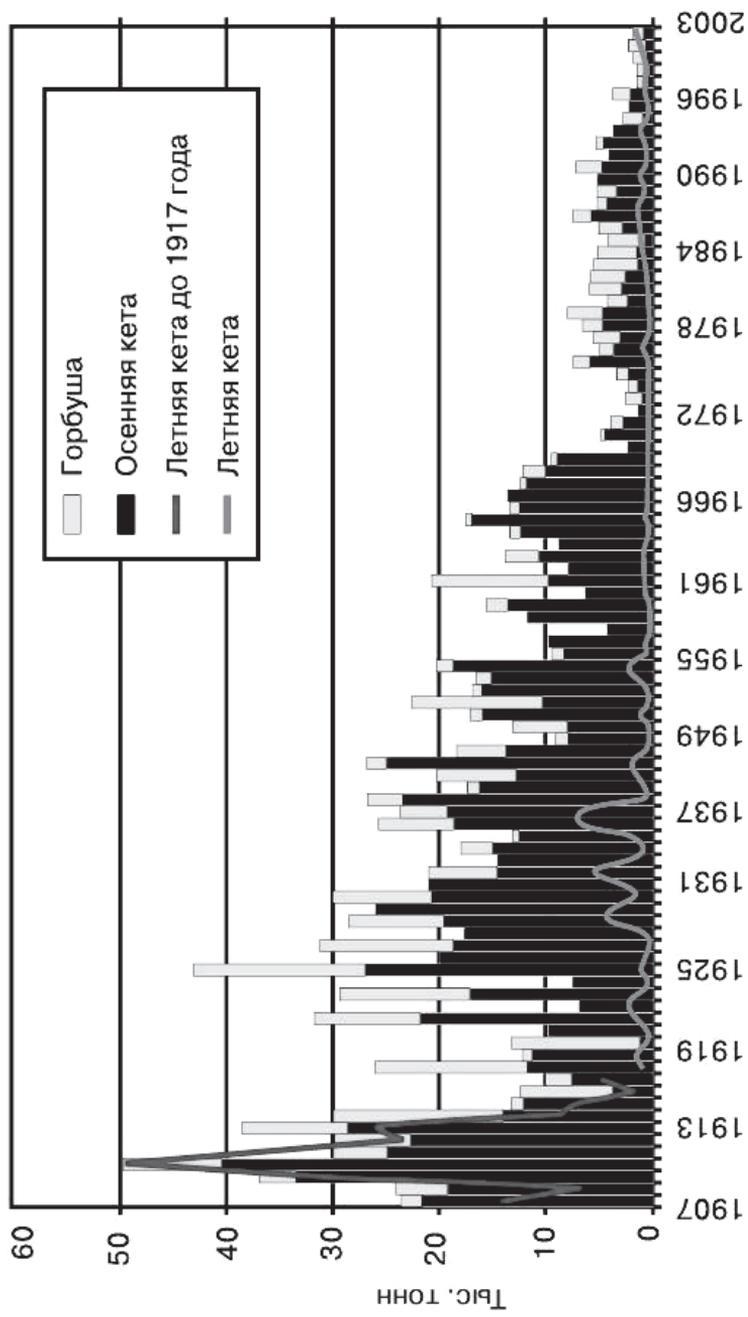


Рис. 18. Динамика уловов тихоокеанских лососей в Амуре в 1907-2003 гг. (по: Новомодный и др., 2002)



Рис. 19. Скот дикой и заводской молодежи кеты (млн экз.) в бассейне Амура в 1987-2003 гг. (по: Новомодный и др., 2004)

В связи со значительным снижением в Амуре запасов тихоокеанских лососей, по сравнению с началом прошлого века, понятно стремление компенсировать потери с помощью искусственного воспроизводства, тем более что в Японии достигли в этом направлении больших успехов. Масштабные программы строительства заводов на Амуре возникали не единожды. Так, в 1950-1960-х гг. планировали строительство 10-15 ЛРЗ общей мощностью на выпуске до 600 млн экз. (Леванидов, 1954 б). Это не было реализовано в основном из-за отсутствия финансирования. В 1995 г. предложена новая программа строительства на лососевых реках Хабаровского края 53 ЛРЗ суммарной мощностью около 800 млн экз. молодежи на выпуске (кеты, горбуши, сими и кижуча), а также подращивание молодежи лососей в морских садках, по примеру Аляски (Новомодный и др., 2004).

В последние годы на материковом побережье Татарского пролива предложено строительство 5-7 ЛРЗ для восстановления численности кеты и симы (Базаркин, 2009).

В то же время, в начале XXI века ведущие ученые Хабаровского края констатировали крах «верхних» заводов как центров воспроизводства осенней кеты (Беляев и др., 2000; Новомодный и др., 2004; Золотухин, 2006). К стратегическим просчетам рыбоводных программ авторы отнесли:

- неудачное расположение «верхних» заводов,
- слабую изученность популяционных процессов,
- практику дальних перевозок икры,
- ориентацию заводских стандартов выращиваемой молоди на размер и массу, без учета её физиологического состояния.

С. Ф. Золотухин (2006, 2007) одной из основных причин уменьшения численности осенней кеты в верховьях Амура считает потепление климата, которое сопровождается летальными температурами воды в период ската молоди. В связи с этим, он предлагает закрыть Тепловский и Биджанский заводы, как неперспективные. Такой же точки зрения придерживается и М. И. Куманцов (2008), который отмечает, что эти два предприятия выполняют план по закладке икры только за счёт перевозок её с Гурского и Удинского ЛРЗ.

Хабаровские исследователи считают, что в экосистеме Амура рыбоводный завод должен быть лишь одним из её элементов, а не преобразующей реку силой. Приоритет же следует отдать естественному воспроизводству (Беляев и др., 2000; Новомодный и др., 2004; Золотухин, 2006, 2007).

Приморский край

Лососеводство в Приморском крае, также как и в других регионах, начало развиваться в связи со значительным снижением запасов, вызванным мощной антропогенной нагрузкой. В 1970-е гг. было запланировано строительство 5 рыбоводных заводов в качестве компенсации ущерба, наносимого рыбному хозяйству оросительными и гидротехническими сооружениями, лесопромышленным комплексом и др. причинами (Антипина, 1980).

С 1978 г. на экспериментальной базе ТИНРО на о. Попова сотрудники лаборатории культивирования лососевых рыб начали отрабатывать биотехнику инкубации и подращивания молоди осенней кеты, привезённой с р. Барабашевки (Приморье), Амура и Сахалина, испытывали различные кормосмеси, определяли время перевода молоди в морскую воду, пробовали выращивать кету в морских садках до 60-80 г (Чигиринский и др., 1983; Комбаров и др., 1986; Комбаров, 1991). Во второй половине 1980-х гг. на двух реках Южного Приморья были построены рыбоводные заводы: Рязановский (1986 г., на р. Рязановке, мощность закладки – 30 млн экз. икры) и Барабашевский ЛРЗ (1987 г., на р. Барабашевке, мощность закладки – 50 млн экз. икры), ориентированные в основном на выпуск кеты и дополнительно - симы (Горяинов, Крупянко, 2007).

Первый из приморских заводов построили по японскому проекту, водоснабжение принудительное из подруслового потока, с подогревом в холодное время, оборудовали бассейнами не только в закрытом помещении, но и снаружи. Для закладки икры на инкубацию использовали производителей из рек Барабашевки,

Поймы, Нарвы, а также привозили икру с юго-западного Сахалина (в 1998 и 1999 гг.). Молодь кеты выпускали с массой 0.4-1.1 г (в последнее десятилетие ~ 1 г), как в р. Рязановку, так в соседние реки – Пойму и Нарву. Второй ЛРЗ (Барабашевский) оборудован бетонными лотками для инкубации икры и выдерживания личинок. Подкормку мальков проводят в естественном выростном водоёме – кл. Известковом. На р. Барабашевке до строительства ЛРЗ существовал неплохой естественный нерест кеты, от которого скатывалось до 7 млн экз. молоди. В настоящее время, по данным приморских специалистов, численность естественного ската уменьшилась на 1-2 порядка – до 0.1-0.6 млн экз. Заводскую молодь кеты выпускали при массе 0.4-1 г (в последнее десятилетие – 0.7-0.8 г). Из-за недостатка технологической воды необходимой температуры и низкого темпа роста на обоих заводах выпуск молоди производили в первые годы в конце мая - начале июня, пытаясь достичь запланированной средней массы 1 г (Крупянко, Скирин, 2003; Горяинов, Крупянко, 2007).

Выпущенную молодь кеты активно потребляли разнообразные хищники (рыбы и птицы), но в основном годовики симы. Так, по данным Н. И. Крупянко и В. И. Скирина (1998), весной 1991 г. молодь симы съела около 0.2 млн экз. диких покатников кеты, а заводской - почти в 10 раз больше - 1.92 млн экз., что составило ~11% от числа выпущенных. Авторы объясняли это несколькими причинами: во-первых, задержкой выпуска (и ската) заводской молоди, по сравнению с миграцией дикой, и совпадением по времени со скатом годовиков симы; во-вторых, «залповым» выпуском и высокой концентрацией заводской молоди в реке (что немало способствовало её выеданию); в-третьих, мел-

кими размерами заводских мальков и, в-четвёртых, отсутствием у них адекватной реакции на хищников. В последующие годы выпуск приурочили ко времени ската естественной молоди – к концу апреля (Крупянко, Скирин, 2003; Марковцев, 2006; Горяинов, Крупянко, 2007; Горяинов и др., 2007). Общие выпуски кеты с двух приморских заводов в период их работы колебались в пределах 3.7-34.7 млн экз. (рис. 20).

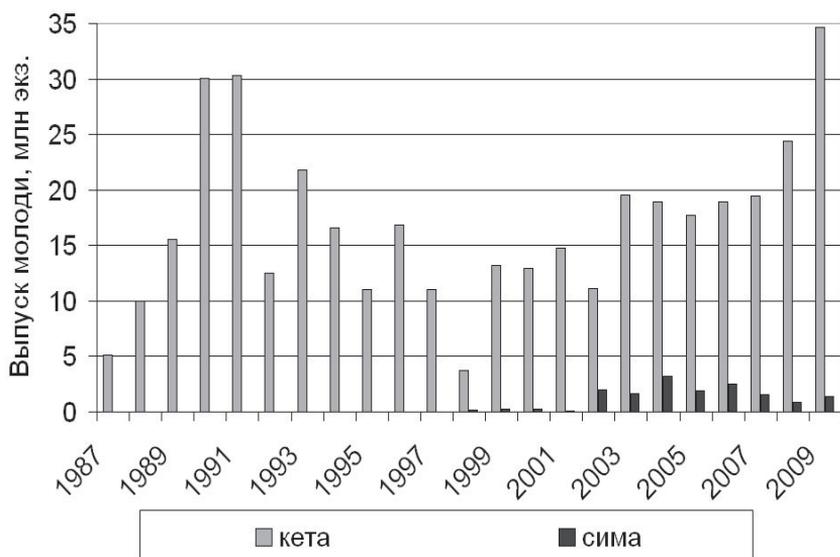


Рис. 20. Выпуски кеты и симы с рыбоводных заводов Приморья в 1987-2009 гг. (по: Горяинов, Крупянко, 2007; Горяинов и др., 2008; <http://www.npafc.org/>)

Для определения эффективности искусственного воспроизводства на приморских ЛРЗ молодь кеты в течение 5 лет (1988-1992 гг.) метили с помощью ампутации разных плавников - брюшных, спинных, хвостовых и жировых (Скирин, Крупянко, 2005).

Возвраты меченых производителей в последующие годы оказались намного ниже, чем рассчитанные по подходам: на Рязановском ЛРЗ за 5 лет поместили чуть более 1 млн экз., а обнаружили – 107 особей (0.01%), на Барабашевском – поместили около 1.5 млн экз., а нашли лишь 51 меченую рыбу (0.003%), хотя просматривали рыб не только подошедших к заводам, но и в прибрежных уловах и в соседних реках Нарве и Пойме.

Несомненно, такой низкий возврат можно объяснить значительным травмированием молодежи и последующей её низкой выживаемостью. Самую высокую смертность, по результатам этого исследования, вызывало отрезание части хвостового плавника. Расчётные коэффициенты возврата производителей смешанного воспроизводства (в период мечения) в базовые реки ЛРЗ – Рязановку (0.52%) и Барабашевку (1.16%) оказались на 2-3 порядка выше, чем помеченных (Скирин, Крупянко, 2005).

По данным А. Ю. Семенченко и Н. И. Крупянко (2005), на р. Барабашевке искусственное воспроизводство в значительной степени заместило естественное. Перекрывая полностью реку во время закладки икры, сотрудники ЛРЗ не пропускают производителей в верховья на нерест до окончания рыболовных работ, оголяя, таким образом, одни из крупнейших ранее нерестилищ, а остатки выбирают браконьеры. Причём, выживаемость заводских рыб вчетверо меньше, чем диких, составляя в среднем за 13 поколений возврата 0.25%, против 1%. На Рязановском ЛРЗ средний коэффициент возврата кеты в тот же период – 0.3-0.4%. Важно отметить, что у рыб, выращенных на приморских заводах, адаптационные

способности к ухудшению состояния среды обитания существенно ниже, чем у диких. Так в начале 1990-х гг., возвраты к этим ЛРЗ снизились до 0.02-0.1%, а на р. Авакумовке (где нерест только естественный) – до 0.5%, при среднем возврате 1.5% (Крупянка, Скирин, 2003; Горяинов, Крупянка, 2007).

С середины 1980-х гг. в Приморье разрабатывали также биотехнику заводского воспроизводства симы, производителей и молодь которой в значительной степени отлавливают нелегально. Однако рыбоводы столкнулись с рядом серьёзных проблем, связанных с необходимостью длительного выращивания молоди этого вида до смолтификации (один-два года), и, соответственно, высокими затратами. Поэтому к началу 1990-х гг. работы приостановили и возобновили в конце того же десятилетия (Горяинов, 1998; Семенченко, 2000, 2006; Горяинов, Крупянка, 2007).

Выпускают симу с обоих заводов весной, большей частью сеголетками, массой 0.25-2.8 г (в среднем - 0.7 г), и немного - годовиками, массой 4-60 г (в среднем - 20 г), в суммарном количестве от 0.1 до 3.2 млн экз. (рис. 20), хотя биотехника выращивания до сих пор не отработана. Выживаемость выпущенных сеголеток в реке до осени в среднем 3-4%, а диких от икры – 20-25%. Около 75% заводских годовиков смолтифицируется, и к июню скатывается в море, оставшиеся в реке на 95% представлены самцами, из которых абсолютное большинство - карлики (Крупянка, Скирин, 2001; Семенченко, Крупянка, 2005; Горяинов, Крупянка, 2007).

В 1998 г. на Рязановском ЛРЗ 9.3 тыс. годовиков симы пометили обрезанием брюшного плавника, а в 1999 г. (33.2 тыс. экз.) - жирового. В возврате от пер-

вого мечения обнаружили 1 особь (коэффициент возврата $\sim 0.01\%$). О результатах второго мечения ничего не известно. Низкая выживаемость симы заводского воспроизводства связана с её малыми размерами на выпуске, отсутствием учёта рыбоводами видовых особенностей, в частности поведения, и приёмной ёмкости среды обитания. Следовательно, естественное воспроизводство симы гораздо более эффективно, и разумнее не изымать производителей для закладки на заводы, а позволить им отнереститься в природных условиях. Тем более что при выдерживании зашедших с моря серебристых рыб, возникают большие проблемы с их созреванием (Семенченко, Крупяно, 2005; Горяинов, Крупяно, 2007).

Кроме кеты и симы, в Приморье пытались выращивать горбушу, для чего с Сахалина привозили в течение нескольких лет (в начала 1990-х гг.) на Барабашевский ЛРЗ по 10 млн экз. икры, однако увеличения численности этого вида не наблюдали ни в р. Барабашевке, ни в соседних реках (Горяинов, 1998; Горяинов, Крупяно, 2007). В конце 1980-х - начале 1990-х гг. проводили также опыты по отработке биотехники товарного выращивания кижуча в морских садках (Крупяно и др., 1995), результаты которых не выявили перспектив в условиях суровых зим Приморья (Горяинов, 1998).

Анализируя деятельность приморских рыбоводных заводов по воспроизводству лососей, учёные ТИПРО-центра констатировали, что эти ЛРЗ функционируют в полном отрыве от экосистем, в которые выпускают молодь, ориентируясь только на её количество, а не на качество и готовность к жизни в природных условиях, игнорируя приёмную ёмкость рек и побережья,

а также взаимодействия с естественными популяциями того же и других видов (Крупянка, Скирин 2003). Другой важный вывод состоит в том, что искусственное воспроизводство в Приморье за более чем двадцатилетний период так и не смогло выполнить свои основные задачи по стабилизации и увеличению запасов лососей, подавляя природное, которое значительно эффективнее заводского (Семенченко, Крупянка, 2005; Горяинов, Крупянка, 2007). В связи с этим, были выдвинуты предложения по созданию особо охраняемых территорий, необходимых для естественного размножения лососей и сохранения генофонда их популяций. Лососеводство же следует развивать на заводах малой мощности (до 1 млн экз.), разумно сочетая с природным воспроизводством (Семенченко, 2000; Марковцев, 2009).

Магаданская область

На североохотоморском побережье искусственное воспроизводство лососей начало развиваться в 1980-х гг. в связи со снижением запасов, прежде всего, кеты, в 60-70-х гг. XX в. (Афанасьев и др., 1991). Первым рыбоводным предприятием, появившимся в Магаданской области (1983 г.), была Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (ЭПАБ) на р. Оле, в 8 км от берега Тауйской губы. С 1985 г. функционирует Арманский ЛРЗ на р. Амань, в 18 км от побережья. Проектная мощность обоих предприятий – по 20 млн экз. молоди. В 1994 г. построили Янский ЛРЗ на р. Яне в 12 км от берега губы, мощностью 30 млн экз. молоди. И последним сдан в эксплуатацию Тауйский ЛРЗ (1999 г., р. Тауй), мощностью 50 млн экз., расположенный в 54 км от побережья (см. рис. 15). Оборудование на заводах, кроме Тауйского (где установлены американские вертикальные инкубаторы NOPAD), стандартное дальневосточное – аппараты Аткинса (пластиковые японские) и железобетонные лотки, с гравийным и пластиковым субстратом для выдерживания личинок, бассейны бетонные лотковые и пластиковые шведского типа с круговым течением. Водоснабжение на всех ЛРЗ осуществляется из артезианских скважин, а также из речных водозаборов в весенне-летнее время. Температура воды на Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ в период инкубации довольно высока – 7-9°C, а при переходе личинок на внешнее питание – снижается до 1°C (иногда до 0.3°C). На двух других заводах температура воды более стабильна – 3-5°C (Хованский, 2004; Сафроненков, 2006; Хованская, 2008).

Закладку икры на Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ осуществляли в 1980-1990-е гг. с рек-доноров: Тауй, Яна,

Яма, Иреть, Тахтояма и Туманы, а в последние годы, в основном с р. Ямы. Тауйский и Янский ЛРЗ производят закладку от производителей со своих базовых рек – Тауй и Яны (Макоедов и др., 1994; Сафроненков, 2006).

До конца 1990-х гг. основным объектом разведения была кета, её выпуски колебались от 7 до 48 млн экз., но на рубеже веков заметно упали (из-за нехватки производителей для закладки икры) в среднем до 16 млн экз. и почти сравнялись с выпусками горбуши (рис. 21 сверху). Кижуча выращивали на североохотоморских ЛРЗ до 2000 г. в среднем по 0.5 млн экз., а позже - 0.7-4.6 (в среднем 2.5) млн экз. Нерка – самый малочисленный объект воспроизводства, её выпуски к середине 2000-х гг. доходили до 1.8 млн экз. и затем упали (в среднем 0.3 млн экз.) (рис. 21 внизу).

При выращивании молоди лососей на магаданских заводах используют преимущественно пастообразные кормосмеси из местного сырья (икра минтая, рыбные мука и фарш, говяжья селезёнка, печень морского зверя), а также (в меньших количествах) сухие гранулированные корма.

Часть молоди кеты (до 30%) перед выпуском переводят в отгороженные участки проток и ключей – естественные выростные пруды с выходом тёплых грунтовых вод, а также в пресные и солоноватые озёра, что позволяет получать более крупную и жизнестойкую молодь (Рябуха и др., 2004, 2009; Сафроненков и др., 2005; Хованская, 2008).

Кету и горбушу выпускают с массой 0.3-1 г и 0.12-0.34 г, соответственно; кижуча и нерку – как сеголетками – 0+ (0.15-0.7 г), так и годовиками – 1+ (3-15 г) и двухгодовиками – 2+ (80-180 г). Доля Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ в общем объёме выращивания молоди

максимальна (80-90%), а Тауйского - минимальна (3-7%) (Итоги..., 2002, 2004, 2007а, 2007б; Хованский, 2004).

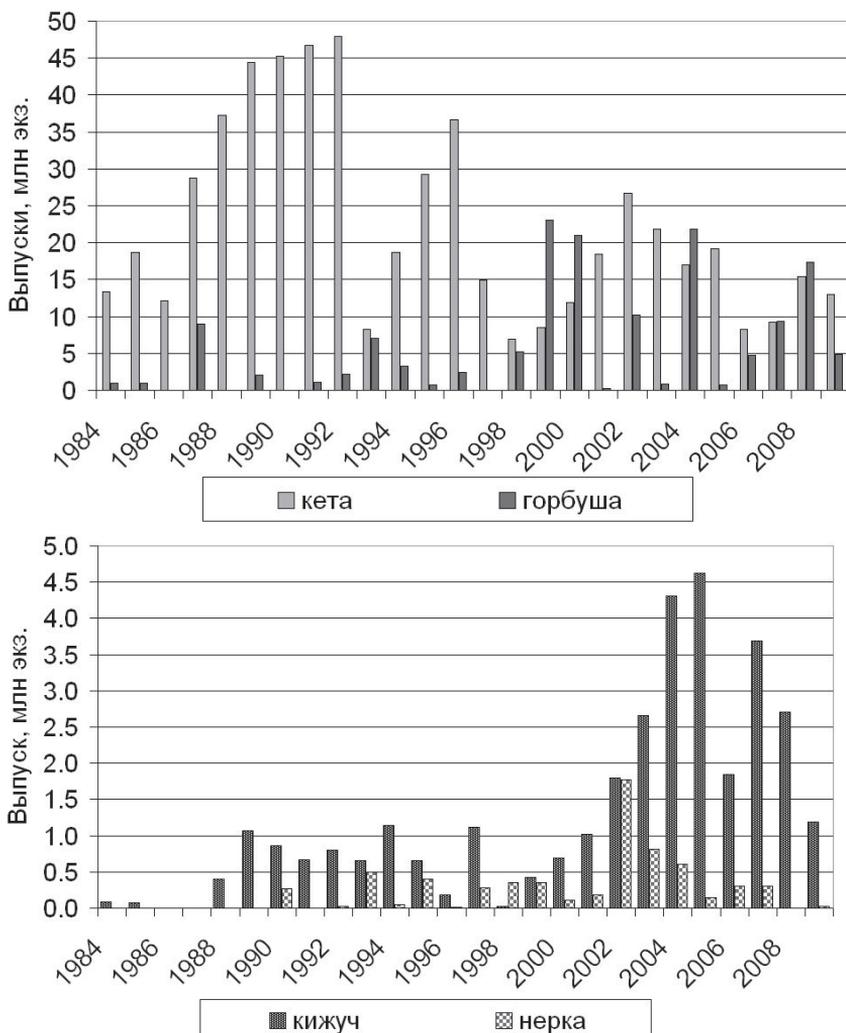


Рис. 21. Выпуски молоди лососей с Магаданских ЛРЗ в 1984-2009 гг. (по: Хованский, 2004; <http://www.npafc.org/>)

Кроме заводов, существуют ещё три вспомогательных сооружения, оборудованные садками, в которых подра-

щивают молодь, привезённую с заводов: научно-производственная база «Кулькуты» МагаданНИРО (с 1992 г.), рыбоводная база «Старая Веселая» (с 1996 г.) и пункт Охотскрыбвода в бухте Речной (с 2004 г.) (Сафроненков, 2006; Хованская, 2008).

В устье небольшой горбушёвой реки Калькуты, впадающей в восточную часть Тауйской губы, протоки и старицы преобразовали в выростные пруды. Выращивание молоди, привезённой с ЛРЗ, проводили в садках в пресной и солёной воде, а также непосредственно в прудах. Кормили сухими и пастообразными кормами до массы 0.7 г. В последующие годы (начиная с 1996 г.) отмечали возвраты, коэффициент которых – 0.15-1.87%, в среднем – 0.7%. Возвращающихся производителей используют в промышленных и рыбоводных целях. Естественный нерест кеты на этой реке сотрудники МагаданНИРО считают неэффективным. Поэтому полученную икру перевозят на инкубацию на Ольскую ЭПАБ, чтобы начать новый рыбоводный цикл (Рогатных и др., 2002; Сафроненков и др., 2005; Хованская, 2008).

В бухты Старую Веселую и Речную молодь перевозят с заводов после вскрытия льда и прогрева прибрежных вод до 3-6°C и помещают в морские садки. Выращивают 1.5-2 мес., выпуская в июле в устья ручья Безымянного и 1-ой Речки, где нет естественного нереста. Общий выпуск молоди в бухту Старую Веселую с 1996 по 2006 гг. составил около 20 млн экз.: 14.6 – кеты, 3.7 – горбуши, 1.1 – кижуча и 0.6 нерки. Первые возвраты кеты отмечены в 1999 г., а в 2000 г. от вернувшихся 3 тыс. производителей заложили 60 тыс. икринок. *Однако в дальнейшем работы по учёту возвращающихся рыб не проводили* (Сафроненков, 2006; Хованская, 2008).

Метить заводскую молодь лососей в Магаданской об-

ласти начали с 1985 г. Первую такую попытку осуществили на Ольской ЭПАБ, путём отрезания части спинного плавника у 150 тыс. экз. кеты, в 1986 г. подобное мечение повторили на 200 тыс. экз. кеты. В последующие годы было поймано 5 производителей с дефектами спинного плавника, похожими на метку (Рогатных и др., 1994), следовательно, коэффициент возврата оказался - 0.001%. С 1994 г. на магаданских ЛРЗ стали проводить термическую маркировку отолитов (с помощью изменения температуры воды в инкубационных аппаратах по определённой схеме), а с 1996 г. начали «сухое» мечение (осушение инкубаторов с икрой также по схеме на разные промежутки времени), разработанное сотрудниками МагаданНИРО (Акиничева и др., 2000; Сафроненков и др., 2000; Rogatnykh et al., 2001).

Публикаций по возвратам меченых производителей лососей очень мало. Тем не менее, по имеющимся данным отолитного мечения, доля заводской кеты в р. Оле в 1999-2003 гг. колебалась от 0 до 17%, при этом коэффициенты возврата составляли 0.01-0.1% (в среднем - 0.05%); в р. Яне в 1998-2001 гг. доля заводских была 0.7-5%, а коэффициенты возврата - 0.01-0.32, в среднем - 0.04% (Акиничева, 2001; Рогатных, 2001; Akinicheva, Rogatnykh, 2001; Хованская, 2008). *Сведения о последующих возвратах меченой кеты от выпусков более поздних лет, а также по другим видам лососей и в иные реки до сих пор отсутствуют.*

Хотя конкретных данных по возвратам кеты Арманского ЛРЗ нет, косвенная оценка, выполненная сотрудниками МагаданНИРО на основе динамики подходов производителей этого вида в р. Армань (где нерестует ранняя форма кеты) и р. Яму (из которой уже более 20 лет перевозят икру поздней формы на завод), сви-

детельствует, что в реку-реципиент кета по-прежнему возвращается намного раньше, в соответствии с особенностями, присущими летней форме. Из этого исследователи делают вывод об очень низкой доле интродуцированной осенней кеты в подходах в р. Армань. Аналогичная обстановка сложилась и на р. Оле, куда также осуществляют масштабные многолетние перевозки с р. Ямы. Они, по-видимому, и являются одной из основных причин низких заводских возвратов лососей к Ольской ЭПАБ и Арманскому ЛРЗ (Сафроненков и др., 2005). Кроме того, подобная практика отбора материала для воспроизводства из реки-донора (до 30 млн экз. икры в год) привела к истощению богатейшей природной популяции р. Ямы и депрессии её запасов (Сафроненков, 2006; Смирнов и др., 2006).

Анализируя деятельность лососевых рыбоводных заводов России, М. И. Куманцов (2008) заключил, что наиболее сложная ситуация возникла с Тауйским ЛРЗ (ТЛРЗ) – самым большим в Магаданской области. Принятый в эксплуатацию в 1999 г., он был запроектирован много раньше – в 1980 г. утверждено рыбоводно-биологическое обоснование, согласно которому икру для закладки на инкубацию предполагали завозить с р. Челомжи, что в 170 км выше по течению р. Тауй от завода. Однако в 1982 г. основные нерестилища лососей на р. Челомже оказались на территории «Магаданского» заповедника, где любая хозяйственная деятельность запрещена (в том числе, рыбохозяйственная). Поэтому Охотскрыбвод инициировал проведение многолетних экспериментов с целью получения оплодотворённой икры непосредственно у завода. Для этого, в частности, применяли электрозаградители. Однако отловленные производители кеты и кижуча так и не созревали в заводских садках и различных бассейнах,

погибая от сапролегнии. Не помогали и гипофизарные инъекции. За 12-ти летний период (1997-2008 гг.) с завода было выпущено всего 15 млн экз. молоди кеты при плановой мощности – 50 млн экз. в год. Оценивая результаты выращивания этого вида как бесперспективные, специалисты МагаданНИРО и Охотскрыбвода предложили перефилировать ТЛРЗ на выпуск кижуча после двухлетнего содержания его на заводе (Экспертное заключение..., 2008). Тем не менее, это не решит проблемы с закладкой икры на инкубацию от проходящих в верховья реки незрелых производителей. По этим же причинам М. И. Куманцов (2008) выразил серьезные сомнения в целесообразности дальнейшего существования Тауйского ЛРЗ.

Анализируя в целом работу рыбоводных заводов Магаданской области, и другие авторы пришли к выводам об их крайне низкой эффективности, которая так и не привела к увеличению численности объектов разведения, несмотря на значительные материальные и финансовые затраты. Более того, была высказана негативная оценка воздействия этих ЛРЗ на природные популяции (Смирнов и др., 2006; Марковцев, 2008; Хованская, 2008).

Камчатский край

Сельскохозяйственное и промышленное освоение долин нерестовых рек, связанное с притоком людей на Камчатский полуостров ещё в 1930-е гг., затронуло и бассейны рр. Камчатки, Авачи, Паратунки на восточном побережье и р. Большой – на западном. Основную роль в антропогенном воздействии на биоту сыграли лесо- и торфоразработки, мелиорация земель, строительство животноводческих ферм, расширение сельхозугодий, использование удобрений, гербицидов и пестицидов (Остроумов А.Г., Непомнящий, 1989).

Интерес к лососеводству активизировался на Камчатке после депрессии запасов 1960-1970-х гг., вызванной дрефтерным японским промыслом в море. В середине 1970-х гг. в лаборатории динамики численности лососевых рыб Камчатского отделения ТИНРО создали сектор искусственного разведения лососей, реорганизованный затем в лабораторию лососеводства. В 1975 г. на р. Хайковой, притоке р. Паратунки, построили Паратунскую экспериментальную базу, где научные сотрудники ставили опыты и разрабатывали рекомендации по биотехнике воспроизводства тихоокеанских лососей для внедрения на существующих и проектируемых камчатских ЛРЗ (Запорожец, Запорожец, 2008).

В последующие годы возвели пять лососевых рыбодных заводов, три из которых расположены на восточном побережье Камчатки в бассейне Авачинского залива - Паратунский, Вилюйский и «Кеткино». Два других ЛРЗ – на западном побережье: Малкинский и «Озерки» - размещены на притоках р. Большой, впадающей в Охотское море (Фото 11, вкладка). Для ко-

ординации действий камчатских рыбоводных заводов в 1998 г. была создана Дирекция ЛРЗ.

Малкинский ЛРЗ

Старейший из ныне существующих камчатских ЛРЗ - Малкинский (МЛРЗ) - преобразован из контрольно-наблюдательного пункта Камчатрыбвода в 1982 г. Он расположен на р. Ключёвке, притоке р. Быстрой (правый исток р. Большой), примерно в 200 км от моря, рядом с месторождением геотермальных вод (рис. 22).

Пресная вода в корпуса завода поступала из речного водозабора самотёком. В камерах водоподогрева температура с помощью тепла геотермальных источников повышалась до 7-13°C (Жидкова и др., 1988). Первый водозабор соорудили в 200 м выше по течению р. Ключёвки почти у самой поверхности воды. Это приводило к большим суточным перепадам температуры, особенно в осенний и весенний периоды, а также зимой, когда водозабор забивало шугой, и, как следствие - резко уменьшалось поступление холодной воды в систему, в бассейнах ухудшался водообмен. Заводские корпуса, сколоченные из досок, суровой зимой (когда температура опускалась до -50°C) сильно охлаждались, внутри покрывались толстым слоем инея. Условия работы в них были весьма трудны.

В первое десятилетие на Малкинском ЛРЗ подращивали молодь четырёх видов тихоокеанских лососей: чавычи, кижуча, кеты и нерки (табл. 1, 2). Смертность чавычи варьировала от 15 до 40%, а иногда достигала 100% (1989 г.), масса выпускаемой молоди - 3-6 г. Кижуча также подращивали ежегодно, масса его при выпуске составляла 0.4-4.4 г. Кету и нерку выпускали с МЛРЗ не каждый год.

сосей сначала кормили яично-молочной смесью, затем влажными кормами местного приготовления, в состав которых входили: рыбный фарш, рыбная мука, дрожжи, селезенка, растительное масло, рыбий жир и витамины (Запорожец и др., 1994). Воды нужной температуры в необходимом количестве для выращивания молоди постоянно не хватало. Выживаемость на всех этапах разведения была низка, а возвраты исчисляли штучно. Все это показывало низкую эффективность работы завода в тот период. Поэтому в 1992 г. на МЛРЗ началась реконструкция, которая завершилась только в 1996 г.

Начался новый период деятельности Малкинского ЛРЗ. На заводе стали воспроизводить только два вида лососей – чавычу и нерку. Плановая мощность по выпуску молоди после реконструкции составляла 900 тыс. экз.

Холодная пресная вода в цехи завода поступает из подруслового водозабора р. Ключёвки самотёком по двум водоводам (диаметром по 400 мм), проходя через систему подогрева термальной водой, где температура повышается с 1°С до 7-12°С. В инкубационном отделении размещены японские пластиковые аппараты «Аткинса». Для выклева и выдерживания свободных эмбрионов используют японские прямоугольные бассейны с нижней водоподачей типа KF (Фото 12, вкладка) размером 10х1.6х0.75 м, установленные в цехах №1 и №2.

Технологический цикл рыбоводных работ Малкинского ЛРЗ на современном этапе выглядит следующим образом. Производителей чавычи и нерки отлавливают в р. Быстрой (сетями) и р. Ключёвке (ловушкой). Выдерживание проводят в речных реечных садках на рыболовных станах. У созревших рыб берут половые продукты, проводят оплодотворение «сухим способом». После набухания икры (~2 часа) её перевозят на завод в изотермических

контейнерах и помещают в отсеки ящичных инкубаторов системы Аткинса. После стадии пигментации глаз проводят отбор отхода икры и раскладывают её на рамках на субстрат в бассейны лоткового типа с нижней водоподачей, где выклюнувшиеся личинки содержатся до подъёма на плав. Затем их рассаживают в закругленные исландские бассейны с центральным нижним сливом и верхней водоподачей (Фото 13, вкладка).

Однако современное техническое оснащение МЛРЗ имеет и ряд недостатков: трубы водоподачи в каждый из рыбоводных бассейнов заканчиваются «флейтами» (глухая насадка с множеством отверстий по бокам), которые, во-первых, препятствуют созданию кругового потока в бассейнах со значительной скоростью течения, что так необходимо молодым реофильным экотипам, в частности, чавычи (Запорожец, Запорожец, 1995). Во-вторых, «флейты» не позволяют измерять расход воды, в то же время, регулировка водоподачи затруднена из-за ограниченного сечения распределительных труб, так как при увеличении расхода воды в одних бассейнах происходит перераспределение потоков и уменьшение расхода – в других.

Молодь потребляет сухие гранулированные корма, рассыпаемые с помощью автоматических кормораздатчиков (Фото 13, вкладка). После выращивания рыб выпускают в сливной желоб, выходящий непосредственно в реку. Производителей в конце 1990-х гг. отлавливали у самого завода (Фото 14, вкладка), а позже на РУЗе в устье р. Ключёвки.

На территории МЛРЗ размещён комплекс из 10 открытых выростных бассейнов, которые предполагалось использовать для создания маточного стада чавычи в пресной воде. Аналогичные работы с чавычей успешно

проводили на ЛРЗ «Харт-Крик» в штате Вашингтон, США (Запорожец, 1998). В ходе опытно-производственных работ по выращиванию годовиков чавычи в открытых наружных бассейнах Малкинского ЛРЗ установили, что использование в зимнее время холодной подрусловой воды не представляется возможным, так как бассейны обледеневают, а краны замерзают и водоподача прекращается. Использование подогрева требует дополнительного расхода термальной воды, что было признано экономически невыгодным. Поэтому в мае 1999 г. в р. Ключёвку выпустили 17 тыс. годовиков чавычи средней массой 125 г и дальше опыты не повторяли.

С 1981 по 1994 гг. на МЛРЗ проводили мечение молоди путем обрезания жирового плавника. Однако учёт возвращающихся производителей не был налажен. Известно лишь, что на завод возвращалось не более нескольких десятков экземпляров (Жидкова и др., 1988).

Начиная с 1996 г., всю молодь, выращиваемую на МЛРЗ, стали метить с помощью термического маркирования отолитов, сначала на стадии личинки, затем – икру на стадии пигментации глаз (Кудзина, 2006).

Некоторые результаты работы МЛРЗ приведены в таблицах 1-7.

Таблица 1. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению чавычи в 1982-1991 гг.
(по данным Камчатрыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1982-	1983-	1984-	1985-	1986-	1987-	1988-	1989-	1990-
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	39.6	85.7	130.4	59.5	113.1	30.9	138.0	84.0	83.5
Отход за период инкубации, %	9.5	4.2	1.9	1.6	3.2	1.6	6.4	3.7	3.5
Средняя температура воды при инкубации, °С	8.6	8.9	9.5	7.0	9.0	7.0	7.3	6.3	7.9
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	1.5	2.0
Средняя температура воды при подращивании, °С	8.3	7.9	6.6	7.7	5.5	8.5	8.2	7.7	6.6
Отход за период подращивания, %	18.3	30.1	16.0	18.0	33.4	18.1	99.1	13.6	16.9
Средняя масса молоди перед выпуском, г	5.8	4.6	4.0	5.2	3.5	4.5	13.2	3.5	4.1
Выпущено молоди, тыс. экз.	29.3	56.0	101.7	47.9	72.8	24.6	1.0	68.0	67.0

Таблица 2. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению кижуча в 1982-1991 гг.
(по данным Камчатрыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / г.	1982-	1983-	1984-	1985-	1986-	1987-	1988-	1989-	1990-
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	74.0	109.3	95.5	144.3	87.8	412.0	287.0	200.0	134.0
Отход за период инкубации, %	13.1	2.4	3.5	2.5	5.0	27.0	3.4	1.9	1.6
Средняя температура воды при инкубации, °С	5.3	6.9	6.8	6.5	5.5	6.4	4.1	4.6	4.0
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7	1.6	1.8	4.0
Средняя температура воды при подращивании, °С	9.5	9.0	7.9	6.7	5.6	7.2	7.0	9.8	6.1
Отход за период подращивания, %	24.6	36.3	24.3	11.0	36.1	92.0	27.9	23.5	33.3
Средняя масса молоди перед выпуском, г	0.4	3.4	3.8	4.4	3.3	0.5	3.4	3.2	0.4
Выпущено молоди, тыс. экз.	48.5	67.0	69.8	125.6	51.5	24.0	200.0	150.0	88.0

Таблица 3. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению кеты и нерки в 1982-1991 гг.
(по данным Камчатрыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1982- 1983	1983- 1984	1984- 1985	1987- 1988	1988- 1989	1989- 1990	1990- 1991	1983- 1984	1990- 1991
	Кета	Нерка	Кета						
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	15.4	11.0	8.5	16.4	14.0	47.0	241.0	10.0	22.8
Отход за период инкубации, %	25.7	22.1	3.4	22.0	0.0	3.4	10.4	5.0	4.3
Средняя температура воды при инкубации, °С	7.5	8.1	9.1	8.3	7.3	6.5	7.5	9.2	7.4
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	2.3	1.6	1.0	2.5	3.3	1.6	3.0	0.2	2.8
Средняя температура воды при подращивании, °С	8.1	9.5	8.3	7.5	7.5	7.2	6.8	8.5	5.5
Отход за период подращивания, %	56.3	25.3	17.2	53.1	28.6	3.2	12.9	91.7	8.3
Средняя масса молоди перед выпуском, г	3.2	7.3	5.0	5.3	11.3	3.2	3.2	3.5	2.8
Выпущено молоди, тыс. экз.	5.0	6.4	6.8	6.0	10.0	44.0	188.0	0.8	20

Таблица 4. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению чавычи в 1996-2003 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1996-	1997-	1998-	1999-	2000-	2001-	2002-
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	820.9	442.0	670.4	510.0	622.5	330.1	941.8
Отход за период инкубации, %	4.3	6.0	8.4	4.7	6.2	4.1	7.3
Средняя температура воды при инкубации, °С	7.9	7.2	7.1	7.2	7.4	7.3	5.5
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2
Средняя температура воды при подращивании, °С	8.8	7.9	8.1	7.8	7.9	8.0	7.1
Отход за период подращивания, %	3.4	6.0	2.0	2.3	11.7	5.9	15.2
Средняя масса молоди перед выпуском, г	9.0	10.9	8.1	9.9	7.8	9.5	8.4
Выпущено молоди, тыс. экз.	758	337	602	473	517	297	741

Таблица 5. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению нерки в 1996-2003 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1996-	1997-	1998-	1999-	2000-	2001-	2002-
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	395.4	878.5	709.2	870.0	785.2	1183.2	614.2
Отход за период инкубации, %	14.1	16.6	6.5	12.6	9.5	4.7	6.4
Средняя температура воды при инкубации, °С	7.7	7.5	7.3	7.4	7.4	7.5	5.0
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	1.0	1.1	1.3	1.3	1.4	1.5	2.4
Средняя температура воды при подращивании, °С	9.0	7.8	7.4	7.4	7.8	8.0	5.1
Отход за период подращивания, %	2.4	2.1	3.1	4.3	3.2	64.7	8.7
Средняя масса молоди перед выпуском, г	7.3	5.6	4.4	4.2	4.9	5.7	2.2
Выпущено молоди, тыс. экз.	332	717	592	725	576	412	524

Таблица 6. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению чавычи в 2003-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	2003- 2004	2004- 2005	2005- 2006	2006- 2007	2007- 2008	2008- 2009	2009- 2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	1281	908	862	853	859	853	999
Отход за период инкубации, %	3.5	3.8	4.7	3.3	6.3	5.8	7.0
Средняя температура воды при инкубации, °С	7.7	7.4	6.5	6.8	6.6	7.3	6.5
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.0
Средняя температура воды при подращивании, °С	7.7	7.5	8.8	7.7	7.5	7.8	6.9
Отход за период подращивания, %	3.6	3.0	4.0	2.2	1.9	1.0	3.8
Средняя масса молоди перед выпуском, г	8.1	7.9	8.6	9.0	10.5	10.1	7.3
Выпущено молоди, тыс. экз.	1177	839	779	799	780	784	*792

*Кроме того, в 2010 г. в р. Ключёвку выпущено 85 тыс. экз. молоди чавычи (массой 2.5 г), выращенной на ЛРЗ «Озерки» из икры, переданной с Малкинского ЛРЗ.

Таблица 7. Деятельность Малкинского ЛРЗ по разведению нерки в 2003-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	2003-	2004-	2004-	2005-	2006-	2007-	2008-	2009-
	2004	2005	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	631	797	797	625	590	605	606	660
Отход за период инкубации, %	5.9	9.2	9.2	9.0	8.5	9.6	3.8	6.6
Средняя температура воды при инкубации, °С	8.3	6.1	6.1	6.4	6.9	7.1	7.4	7.9
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	1.5	1.8	1.8	1.5	1.4	1.4	1.5	1.6
Средняя температура воды при подращивании, °С	8.3	8.4	8.4	8.6	7.1	7.5	6.7	7.1
Отход за период подращивания, %	2.6	1.0	1.0	0.8	1.0	1.6	0.9	1.2
Средняя масса молоди перед выпуском, г	4.1	4.8	4.8	5.6	5.4	5.8	5.7	5.2
Выпущено молоди, тыс. экз.	576	710	710	561	533	534	*574	605

*Кроме того, в 2009 г. в р. Ключёвку выпущено 4.8 млн экз. молоди нерки (массой 0.6 г), выращенной на ЛРЗ «Кеткино» из икры, переданной с Малкинского ЛРЗ.

Паратунский ЛРЗ

Следующим лососевым заводом, вступившим в строй на Камчатке, был Паратунский ЛРЗ (ПЛРЗ), расположенный в бассейне р. Паратунки на ручье Трезубец, примерно в 35 км от Авачинской губы. Строительство начали в 1985 г., а завершили – в 1992 г. В состав ПЛРЗ кроме главного рыбоводного корпуса (Фото 15, вкладка) входят два вспомогательных, водозабор с водоводом, а также пункт отлова производителей и сбора икры на руч. Трезубец.

Первоначально водоподачу осуществляли мощными насосами. Но в связи с энергетическим и экономическим кризисами, в 1995-1996 гг. проложили водовод длиной 7.5 км, обеспечивающий завод водой из ручья Тополового самотёком. Для подогрева холодной речной воды предусмотрена система теплообменников, с использованием геотермального тепла. В осенний и весенний паводок река несет много ила, с которым не справляются фильтры системы водоподготовки ПЛРЗ и он осаждается на икре.

Паратунский ЛРЗ оборудован японскими инкубационными аппаратами Аткинса (Фото 16, вкладка). Переборку икры, подсчёт и удаление отхода проводят с помощью японских опико-электронных сортировочных автоматов, где непрозрачную мёртвую икру отделяют от прозрачной живой. В цехах установлены 58 пластиковых бассейнов лоткового типа для выращивания молоди кеты и 12 лотков для подращивания молоди кижуча. Бассейны снабжены пластиковыми съёмными шандорами, позволяющими регулировать уровень воды от минимального (8 см), применяемого при выклеве и выдерживании личинок, до максимального (60 см) - в

конце подращивания молоди, и сетками во избежание ухода молоди из бассейнов. Вода подается в верхние отсеки бассейнов, ограниченные шандорами, по пластиковым трубам с кранами, которые не позволяют достаточно точно отрегулировать её расход. Над бассейнами установлены автоматические кормораздатчики.

Первоначальная мощность завода – 21 млн экз. молоди на выпуске, преимущественно, кеты и немного кижуча и нерки. С 2002 г. его мощность снижена до 13.1 млн экз. молоди кеты и 0.2 млн экз. кижуча. Воду при выращивании кеты подогревают до 4-5°C, а кижуча – до 6-14°C. Некоторые характеристики выращивания рыб на ПЛРЗ по годам представлены в таблицах 8 и 9.

Отлов производителей для закладки икры на инкубацию сотрудники ПЛРЗ проводят в основном в низовьях р. Паратунки (Фото 17, вкладка), а также на нескольких участках среднего течения и у завода в руч. Трезубец (Фото 18, вкладка).

Вилюйский ЛРЗ

Вилюйский ЛРЗ (ВЛРЗ) построен в 1989-1992 гг. АО «Согжой» без проектных изысканий на берегу оз. Большой Вилюй - солоноватом водоёме, соединяющимся восьмикилометровой протокой с Тихим океаном. В озеро впадают две реки - Малый и Большой Вилюй и несколько ключей. Расстояние от ВЛРЗ до ближайшего населённого пункта (г. Вилючинска) 42 км.

Таблица 9. Деятельность Паратунского ЛРЗ по разведению кижуча в 1999-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	2000-	2001-	2004-	2005-	2006-	2007-	2008-	2009-
	2001	2002	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	550.8	672.2	566	408	446	482	880	646
Отход за период инкубации, %	5.8	5.8	6.8	18.4	4.3	5.9	4.1	4.6
Средняя температура воды при инкубации, °С	4.0	5.9	4.2	4.0	4.4	4.3	3.8	4.5
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./ м ²	5.7	3.5	8.7	3	3.2	2.3	1.5	3.4
Средняя температура воды при подращивании, °С	13.8	8.1	5.8	10.1	8.1	9.4	11.8	9.6
Отход за период подращивания, %	3.9	2.1	2.8	1.8	1.7	3.2	0.7	1.6
Средняя масса молоди перед выпуском, г	5.2	5.4	6.7	6.3	5.1	5.9	9.7	4.8
Выпущено молоди, тыс. экз.	494	615	511	325	417	433	831	603

На заводе выращивали и выпускали около 1 млн экз. кеты. В 1994 г. ВЛРЗ передали в Камчатрыбвод. К 1998 г. производственные и жилые помещения пришли в аварийное состояние и стали малопригодными для дальнейшей эксплуатации; воды необходимой температуры для выращивания рыб не хватало, и приняли решение о реконструкции завода, которую провели в 1999-2002 гг. Плановая мощность ВЛРЗ после реконструкции (Фото 19, вкладка) составляла 4.5 млн экз. кеты, 0.5 млн экз. кижуча и 0.1 млн экз. нерки.

По проекту водоснабжение должно осуществляться из трёх групп источников: трёх подземных скважин, трёх поверхностных ручьёв и озёрного водозабора. Тем не менее, и после реконструкции технологической воды по-прежнему не хватает, поскольку дебит скважин вдвое ниже планового; мутная вода ручьёв по дренажным трубам попадает в отделение водоподготовки и забивает фильтры. Насосная станция озёрного водозабора постоянно затопляется в половодье и потому не работает.

Для закладки икры на инкубацию небольшое количество производителей кеты отлавливали в оз. Б. Вилюй. Но, поскольку Вилюйский ЛРЗ не в состоянии обеспечить плановую закладку икры от местных производителей, в качестве донорской популяции постоянно использовали кету р. Паратунки. Однако возвраты были очень низкие (~0.04%), заводское стадо более чем за 15 лет работы так и не создали. Некоторые результаты деятельности ВЛРЗ даны в таблицах 10-11.

Таблица 10. Деятельность Вилюйского ЛРЗ по разведению кеты в 1997-2008 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1997-	1998-	1999-	2000-	2001-	2002-	2003-	2004-	2005-	2006-	2007-	2008-	2009-
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	1724	1280	1478	1040	3433	842	5730	4010	1473	719	681	-	-
Отход за период инкубации, %	11.0	10.1	8.2	9.8	8.5	10.7	8.8	7.8	3.6	9.8	11.3	-	-
Средняя температура воды при инкубации, °С	3.6	3.6	3.7	3.7	3.6	4.1	3.9	4.3	4.5	4.5	4.6	-	-
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./м ²	11.9	8.5	10.5	9.8	8.8	5.1	12-8	11-7	9.5	9-8	10.3	-	-
Средняя температура воды при подращивании, °С	3.5	3.6	3.8	3.6	3.9	4.0	4.1	4.1	4.0	4.3	4.4	-	-
Отход за период подращивания, %	12.6	7.2	2.7	1.4	3.8	5.6	5.2	5.0	4.8	2.5	1.3	-	-
Средняя масса молоди перед выпуском, г	0.9	1.2	0.8	0.7	1.0	1.2	1.0	1.1	1.1	1.4	1.5	-	-
Выпущено молоди, тыс. экз.	1337	1065	1317	907	3020	707	4889	3485	1340	627	589	-	-

Таблица 11. Деятельность Вилюйского ЛРЗ по разведению кижуча в 1997-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	131	-	-	114	368	358	780	1239	1228	1220	940	568	639
Отход за период инкубации, %	14.8	-	-	10.5	5.8	12.9	6.3	10.7	8.8	10.5	10.2	8.4	13.5
Средняя температура воды при инкубации, °С	3.3	-	-	3.2	3.5	3.6	4.03	3.9	4.4	4.2	4.5	4.4	4.3
Плотность посадки при подрощивании, тыс. экз./ м ²	6.8	-	-	1.5	2.0	4.4	5-4	11-6	7-5	8.5	6.1	2.6	5.1
Средняя температура воды при подрощивании, °С	3.7	-	-	3.8	4.5	4.1	4.3	4.2	4.3	4.3	4.5	4.5	4.4
Отход за период подрощивания, %	4.7	-	-	1.8	45.9	7.5	9.2	2.8	1.8	1.5	1.3	3.1	4.7
Средняя масса молоди перед выпуском, г	1.0	-	-	0.5	1.3	1.3	1.0	2.2	3.2	7.3	1.5	11.6	13.5
Выпущено молоди, тыс. экз.	106	-	-	98	188	237	452	1044	1084	1118	367	410	466

*Кроме того, в 2008 г. выпущено 186 тыс. годовиков массой 14.5 г.
В 2009 и 2010 гг. молодь выпущена в возрасте 1+

В 2008 г. завод перепрофилировали на искусственное воспроизводство двухлеток кижуча, изменили и производственную мощность – 1 млн экз. молоди. Но технологической воды достаточно лишь на выращивание и выпуск 0.41 млн экз. годовиков этого вида. Икру кижуча закладывают на инкубацию от производителей из р. Большой Вилюй и одноимённого озера.

Завод оснащён инкубаторами системы Аткинса. Выростные бассейны лоткового типа расположены на двух уровнях, и вода поступает сначала в верхние бассейны, а затем переливается в нижние. Вследствие этого, условия содержания молоди в нижних бассейнах существенно хуже, чем в верхних. Молодь выпускают через рыбоходы в ручей и в озеро.

ЛРЗ «Озерки»

ЛРЗ «Озерки» (ОЛРЗ) расположен на р. Плотникова - левом притоке р. Большой, в 120 км от западного побережья Камчатки. Завод построен совместным российско-японским предприятием «Камчатка-Пиленга Годо» в 1992 г. в качестве компенсации за эксплуатацию российских лососевых ресурсов японскими рыбаками (в соответствии с Соглашением между Правительствами СССР и Японии «О сотрудничестве в области рыбного хозяйства» от 12 мая 1985 г.). Биологическое обоснование на его строительство отсутствовало. В 1997 г. ЛРЗ «Озерки» передали на баланс управления Камчатрыбвода, поскольку предприятию «Камчатка-Пиленга Годо» перестали выделять лимиты на вылов лососей, и его руководство отказалось заниматься воспроизводством этих рыб на Камчатке.

Некоторые результаты выращивания молоди лососей

на ОЛРЗ приведены в таблицах 12-13.

В основном корпусе ЛРЗ «Озерки» имеется административно-бытовой комплекс, инкубационный и выростной цехи. Снаружи к нему примыкают открытые бетонные бассейны для выдерживания производителей (Фото 20, вкладка).

Плановая мощность ОЛРЗ – 16 млн экз. молоди кеты и нерки, однако такое количество не выращивают, в частности, из-за недостатка технологической воды. Водоснабжение самотёчное без подогрева, от двух грунтовых водозаборов (перфорированных труб, уложенных в землю), на расстоянии около 2 км от завода. В период максимальной нагрузки (весной) воду дополнительно закачивают насосом из р. Плотникова.

Производителей кеты и нерки отлавливают в рр. Плотникова, Быстрой и Ключевке, откуда оплодотворённую икру доставляют в изотермических контейнерах на завод автотранспортом. Возвращающиеся лососи, преимущественно заводского происхождения, подходят к ЛРЗ по водосбросному каналу-рыбоходу из протоки р. Плотникова; для их выдерживания используют 2 бетонных бассейна размером по 120 м² (см. Фото 20, вкладка), в которых установлены поперечные перегородки; рыб вручную сортируют на самцов и самок и по стадии зрелости.

Икру инкубируют в аппаратах системы Аткинса и «Бокс» насыпью; по достижении стадии пигментации глаз отбирают отход с помощью автоматических сортировочных аппаратов фирмы «Jensorter, Inc.»; на выклев раскладывают на рамках-поддонах на субстрат типа «соты-жалюзи» в лотковые прямоточные бассейны, где происходит подъём личинок на плав и дальнейшее подращивание молоди.

Таблица 12. Деятельность ЛРЗ «Озерки» по разведению кеты в 1997-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / г.	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	2656	1563	3226	5862	5020	2602	1891	788	1265	1689	1739	1216
Отход за период инкубации, %	4.5	5.3	5.0	8.9	7.1	7.8	4.4	4.8	8.7	6.5	6.1	6.1
Средняя температура воды при инкубации, °С	4.8	5.1	5.0	4.5	4.9	4.1	4.8	4.6	4.3	4.3	4.7	4.9
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./м ²	7.8	9.0	8.4	9.4	15.0	7.4	6.4	9.3	6-4	7-6	6.6	7.0
Средняя температура воды при подращивании, °С	4.2	4.1	4.0	3.8	4.2	3.8	3.8	3.8	3.5	3.5	3.9	3.9
Отход за период подращивания, %	1.2	2.4	0.9	1.3	2.3	0.9	1.1	0.6	2.0	1.3	1.5	1.5
Средняя масса молоди перед выпуском, г	0.8	0.9	1.1	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.1
Выпущено молоди, тыс. экз.	2502	1441	3030	5257	4551	2372	1783	744	1109	1548	1573	1117

Примечание: в 2001 г. произошла 100% гибель икры и личинок от отравления хлорсодержащим веществом

Таблица 13. Деятельность ЛРЗ «Озерки» по разведению нерки в 1997-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гг.	1997-	1998-	1999-	2001-	2002-	2003-	2004-	2005-	2006-	2007-	2008-	2009-
	1998	1999	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	6312	16430	3831	8758	9760	11860	9771	5435	10198	9752	9895	11111
Отход за период инкубации, %	9.4	5.2	7.0	10.0	6.0	8.3	8.6	10.1	7.7	10.2	4.2	8.0
Средняя температура воды при инкубации, °С	4.7	4.9	4.9	4.3	4.7	4.0	4.6	4.5	4.1	4.2	4.5	4.7
Плотность посадки при подращивании, тыс. экз./м ²	14.1	13.2	12.6	12.0	11.5	11.1	8.8	9-7	10-8	11-8.5	10.6	16
Средняя температура воды при подращивании, °С	4.2	4.0	4.0	3.9	3.6	3.7	3.9	3.7	3.6	3.9	4.2	4.1
Отход за период подращивания, %	1.2	1.4	0.9	2.8	4.9	34.9	0.5	0.7	0.9	1.2	1.3	1.1
Средняя масса молоди на выпуске, Г	0.5	0.4	0.5	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	1.0	0.9	1.1	1.0
Выпущено молоди, тыс. экз.	5643	15335	3528	7656	8713	7129	8830	4825	9283	8605	9052	10052

Примечание: в 2001 г. произошла 100% гибель икры и личинок от отравления хлорсодержащим веществом

Бассейны невысокие (уровень воды не более 25 см), поэтому кормление рыб производят вручную. В 1999 г. на заводе смонтировали электромеханическую систему чистки бассейнов, которая сгребает отходы к сливным решёткам. Молодь выпускают по водосбросному каналу-рыбоходу в протоку реки Плотникова.

В первые пять лет работы на ОЛРЗ подращивали, кроме кеты и нерки, также чавычу, кижуча и горбушу, выпуская мелкую молодь, от которой впоследствии не было возвратов.

ЛРЗ «Кеткино»

Последним из ныне существующих ЛРЗ на Камчатке построен «Кеткино» (КЛРЗ) (Фото 21, вкладка) - в 1993 г. Его возводило, как и «Озерки», совместное российско-японское предприятие «Камчатка-Пиленга Годо» на кл. Зеленовском у реки Колокольникова, впадающей в р. Пиначева (приток р. Авачи), в 30 км от Авачинской губы. Производственная мощность завода - 10 млн экз. молоди кеты. В 1997 г. КЛРЗ передали в Камчатрыбвод.

Производственно-бытовой корпус ЛРЗ «Кеткино» выполнен по типовому проекту из финских металлоконструкций. В инкубационном цехе установлены 36 пластиковых инкубаторов, а в выростном цехе - 25 пластиковых бассейнов лоткового типа. Выдерживание свободных эмбрионов проходит в тех же бассейнах на двухслойном субстрате «соты-жалюзи». Водоснабжение завода самотёчное, без подогрева, из двух источников - грунтового и подрусового. В водораспределительном желобе инкубационного цеха установлена сменная кассета-фильтр, но вода,

поступающая в выростной цех, при этом от взвесей не очищается, хотя и несет мелкодисперсный ил.

Производителей отлавливают в р. Аваче и на её притоке – р. Пиначева, а также в кл. Зеленовском (Фото 22, вкладка), а при низких подходах кеты – в р. Паратунке. Последующие этапы рыбоводного процесса аналогичны вышеописанным на ЛРЗ «Озерки» и оборудование во многом схожее. Некоторые результаты работы ЛРЗ «Кеткино» приведены в таблице 14. В отдельные годы (1995, 1999, 2004-2006) на этом заводе выращивали молодь кижуча в небольших количествах. Кроме того, в 1998-1999 и 2008-2009 гг. инкубировали икру нерки, привезённую с Малкинского ЛРЗ, затем подращивали молодь до 0.4-0.6 г и перевозили для выпуска в р. Ключёвку (базовый водоём МЛРЗ).

На всех камчатских ЛРЗ проводится маркировка отолитов у выращиваемых особей, с целью их последующей идентификации: на Малкинском – с 1995 г., на «Озерках» и «Кеткино» - с 2000 г., Паратунском – с 2001 г., Вилюйском – с 2002 г.; на МЛРЗ - с помощью термомечения, на остальных ЛРЗ – «сухим» способом, разработанным сотрудниками МагаданНИРО (Акиничева и др., 2000; Сафроненков и др., 2000; Rogatnykh et al., 2001). Но в связи с тем, что метка, полученная последним способом, формируется некачественная и не всегда читаемая, на ПЛРЗ изыскали возможность и с 2008 г. перешли на маркировку отолитов термическим методом.

Таблица 14. Деятельность ЛРЗ «Кеткино» по разведению кеты в 1997-2010 гг.
(по данным Севвострыбвода)

ПОКАЗАТЕЛИ / гт.	1997-	1998-	1999-	2000-	2001-	2002-	2003-	2004-	2005-	2006-	2007-	2008-	2009-
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Заложено икры на инкубацию, тыс. экз.	3349	1014	8570	3247	1790	9069	7840	6328	946	6458	11247	5838	12184
Отход за период инкубации, %	8.8	7.9	8.6	16.7	9.0	19.2	11.2	9.1	9.4	12.1	6.3	8.3	10.9
Средняя температура воды при инкубации, °С	4.0	3.9	3.7	3.6	3.6	3.4	3.5	3.6	3.6	3.4	3.7	3.7	4.0
Плотность посадки при подрацивании, тыс. экз./м ²	8.0	7.9	9.5	7.5	5.0	9.0	9.0	14.9	7.0	7.4	10.3	10.1	10.6
Средняя температура воды при подрацивании, °С	4.4	4.0	4.0	3.9	3.7	3.9	4.2	3.6	4.1	4.3	4.2	3.9	4.0
Отход за период подрацивания, %	6.9	1.8	1.3	0.3	1.7	1.5	0.9	1.7	1.8	0.9	1.6	1.5	1.6
Средняя масса молоди перед выпуском, г	0.9	1.1	1.0	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.9
Выпущено молоди, тыс. экз.	2843	915	7719	2682	1598	7210	6870	5623	836	5595	10317	5174	10623

Эффективность Воспроизводства Лососей на Камчатских ЛРЗ

Основными задачами пастбищного разведения лососей являются восстановление утраченных запасов и их увеличение, а главными показателями эффективности ЛРЗ служат промысловый возврат¹ и вклад в общее воспроизводство (Вронский, 1980; Казаков, 1981; Запорожец, Запорожец, 2004а). Но нельзя забывать о том, что для сохранения стабильности запасов необходим компромисс между уровнем эксплуатации ресурсов и их изменчивостью (Хилборн, Уолтерс, 2001), и разумный баланс между естественным и искусственным воспроизводством лососей (Heard, 1998; Pearsons, Hopley, 1999; Запорожец, Запорожец, 2000 а; Geiger, 2000; Kostow, 2000, 2008; Williams et al., 2003).

Заводской вклад при отсутствии мечения (или его результатов) определяют косвенным путем, анализируя динамику численности рассматриваемой популяции (Буханевич и др., 1989; Бачевская и др., 1997; Каев, Игнатъев, 2007, 2009). Но такая оценка имеет значительную неопределённость, поскольку причин изменения трендов численности довольно много, и разделить их непросто. Прямое определение заводского вклада в промысел требует идентификации происхождения производителей, как минимум, в устье главной реки бассейна. Для оценки общего вклада искусственного воспроизводства необходим, кроме того, учёт численности стад (уловов, пропуска на нерестилища и подходов к ЛРЗ), что не менее сложно и проблематично.

1 Число заводских рыб в промысловых уловах в абсолютном или относительном выражении

В странах, где хорошо развито лососеводство (Японии, США и Канаде), общий возврат определяют, подсчитывая рыб, помеченных на конкретном ЛРЗ, в речных, прибрежных и океанических уловах, в рыбихходах, на нерестилищах, а также вернувшихся непосредственно к этому заводу (Prentice et al., 1986; Kuhn, 1988; Mundie et al., 1990; Banks, 1992, 1994; Cross et al., 1994; Hiroi, 1998). Причем, внутренние системы мечения (термометки отолитов, кодированные проволочные метки и др.) предполагают визуальное обнаружение маркированных рыб с помощью вторичных внешних показателей. У лососевых обычно удаляют жировые плавники (Buckley, Blankenship, 1990). Однако, поскольку процедура мечения оказывает в ряде случаев травмирующее влияние, такая оценка имеет определенную погрешность, как и прямой учёт только непосредственно возвратившихся к заводу особей (Schnute et al., 1990).

На Камчатке в 1990-х гг. начата работа по мечению отолитов заводской молодежи лососей с помощью температурных и иных воздействий (Кудзина, 2006). Однако, в отличие от США и Канады, заводскую молодежь у нас не маркируют обрезанием жирового плавника, поэтому для идентификации рыб необходимо просматривать отолиты у всех выловленных особей в пробе, а не только у заводских, что намного увеличивает объём работы. Главными же проблемами этого направления исследований, кроме недостатка специалистов, являются такие как, формирование множества нестандартных меток, несоответствующих утверждённому коду для конкретного завода и года (из-за нарушения технических условий процедуры), дублирование меток заводами и регионами, а также по годам (Акиничева и др., 2004),

и, наконец, отсутствие организации регулярного учёта (сбора) меченых рыб, своевременной и качественной обработки отолитов, анализа их структуры и фиксации его результатов в виде цифровых фотографий в специализированных базах данных. Некачественно проведённое мечение (Selina, Khorevin, 2003; Кудзина, 2006) может значительно исказить результаты оценки эффективности работы того или иного завода.

К настоящему времени имеется лишь небольшой ряд оценок доли заводских производителей, выполненных по отолитным меткам, в основном для бассейна р. Большой (Кудзина, 2006). Идентификацию производителей тихоокеанских лососей заводского воспроизводства по структуре чешуи в смешанных уловах мы проводим уже более 15 лет (Запорожец, Запорожец, 2000а, 2001; Zaporozhets, Zaporozhets, 1999, 2000), но в основном в бассейне р. Паратунки. Поэтому эффективность лососеводства в других речных бассейнах и в предыдущие годы, приходится считать преимущественно иными методами – на основе прямого подсчета производителей, возвращающихся к заводам, на рыбоучётных заграждениях (таблица 15), принимая во внимание уровень изъятия рыб на конечном участке миграционного пути – в морском побережье и устьях базовых водоёмов ЛРЗ (Запорожец, Запорожец, 2004а).

Таблица 15. Возврат производителей тихоокеанских лососей на камчатские ЛРЗ в 1997-2010 гг., тыс. экз. (по данным отчетности Севвострыбвода)

ЛРЗ	Паратун-ский		«Кеткино»		Вилуйский			«Озерки»			Малкинский	
	Кета		Кета		Кета	Кижуч		Кета	Нерка		Чавыча	Нерка
1997	18.38		1.24		0.76			0.34	0.85		0.09	0.32
1998	10.50		0.31		0.54			0.66	5.76		0.09	1.28
1999	37.11		2.91		0.52			0.94	0.38		0.03	2.27
2000	9.76		1.30		0.28			1.60	0.33		0.14	2.38
2001	12.44		0.15		0.31			1.81	0.24		0.10	4.41
2002	36.77		1.21		0.78			2.90	3.50		0.62	7.11
2003	52.11		0.22		0.40			1.86	2.36		0.41	12.18
2004	6.71		0.33		0.09			1.99	1.51		0.82	17.75
2005	3.53		0.12		0.21	0.40		0.88	0.02		0.10	3.31
2006	6.99		1.33		0.86	0.50		1.67	3.17		0.13	2.07
2007	9.10		5.28		0.71	1.52		1.65	2.75		0.08	2.29
2008	4.97		0.60			2.46		1.53	2.50		0.95	4.82
2009	4.93		2.22			2.50		0.95	3.00		0.79	2.34
2010	23.42		2.26			0.46		2.21	4.53		0.07	4.29

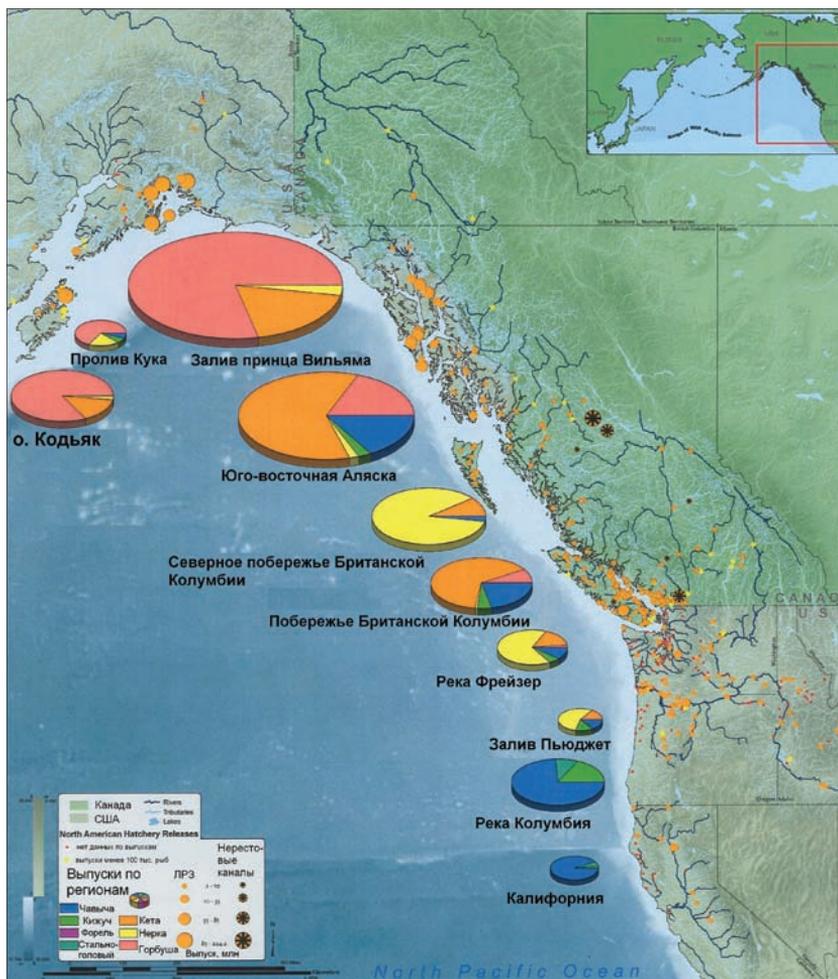


Фото 1. Районы лососеводства на северо-западе США (State of the Salmon - 2010 Conference Materials)



Фото 2. ЛРЗ «Бонневилл» (США). Узел сортировки производителей



Фото 3. Цех для работы с производителями. В центре - столы из нержавеющей стали; на дальнем конце - гильотина для отсечения голов самкам. ЛРЗ «Бонневилл» (США).



Фото 4. ЛРЗ «Кле Элум» (США). Бассейн для выращивания чавычи



Фото 5. Вращающаяся коническая ловушка для молоди рыб, р. Нехалем (США)



Фото 6. Отбор рыб из накопительной камеры конической ловушки. США



Фото 7. Рыбоход для производителей (слева), заканчивающийся ловушкой (справа) для учёта рыб, на р. Нехелем (шт. Орегон)

- Места нереста
- нерест отсутствует
- места учёта и лова

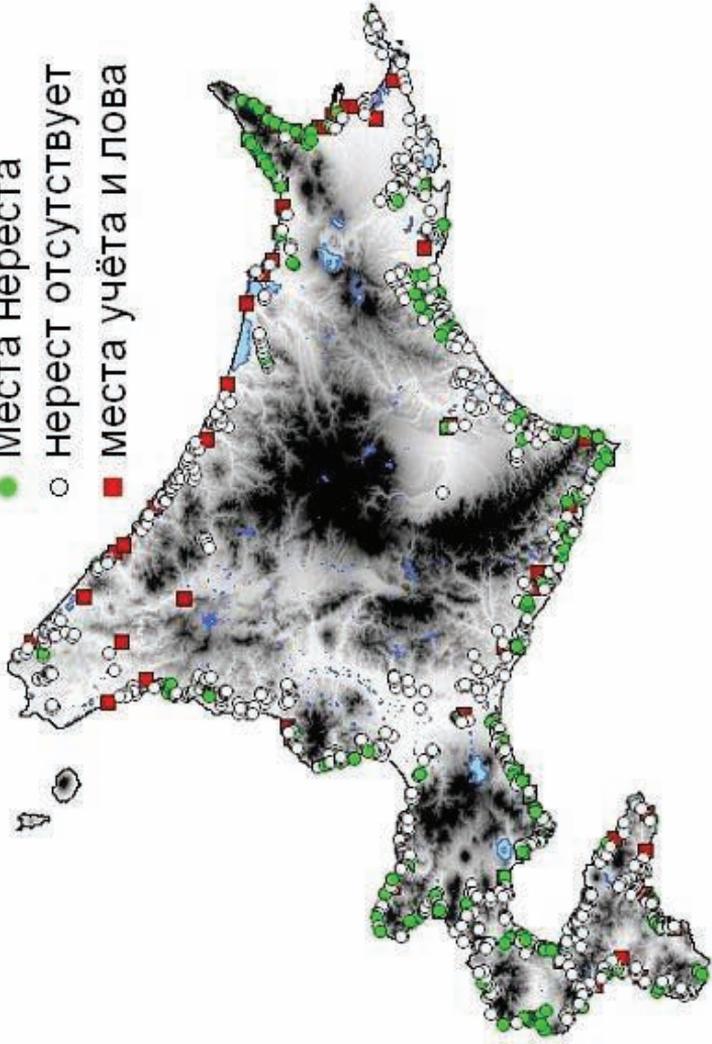


Фото 9. Расположение естественных нерестилищ кеты, мест на реках, где он отсутствует, и рыбоучётных сооружений, о. Хоккайдо (по: Miyakoshi et al., 2010 - [http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/...](http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/))



Фото 10. ЛРЗ «Ниджибetsу» на о. Хоккайдо, Япония. В верхнем левом углу снимка видны ключи, питающие ЛРЗ, домики персонала; в центре – главный корпус, открытые выростные бассейны и выпускной канал для молоди (по: Summary, 1995)

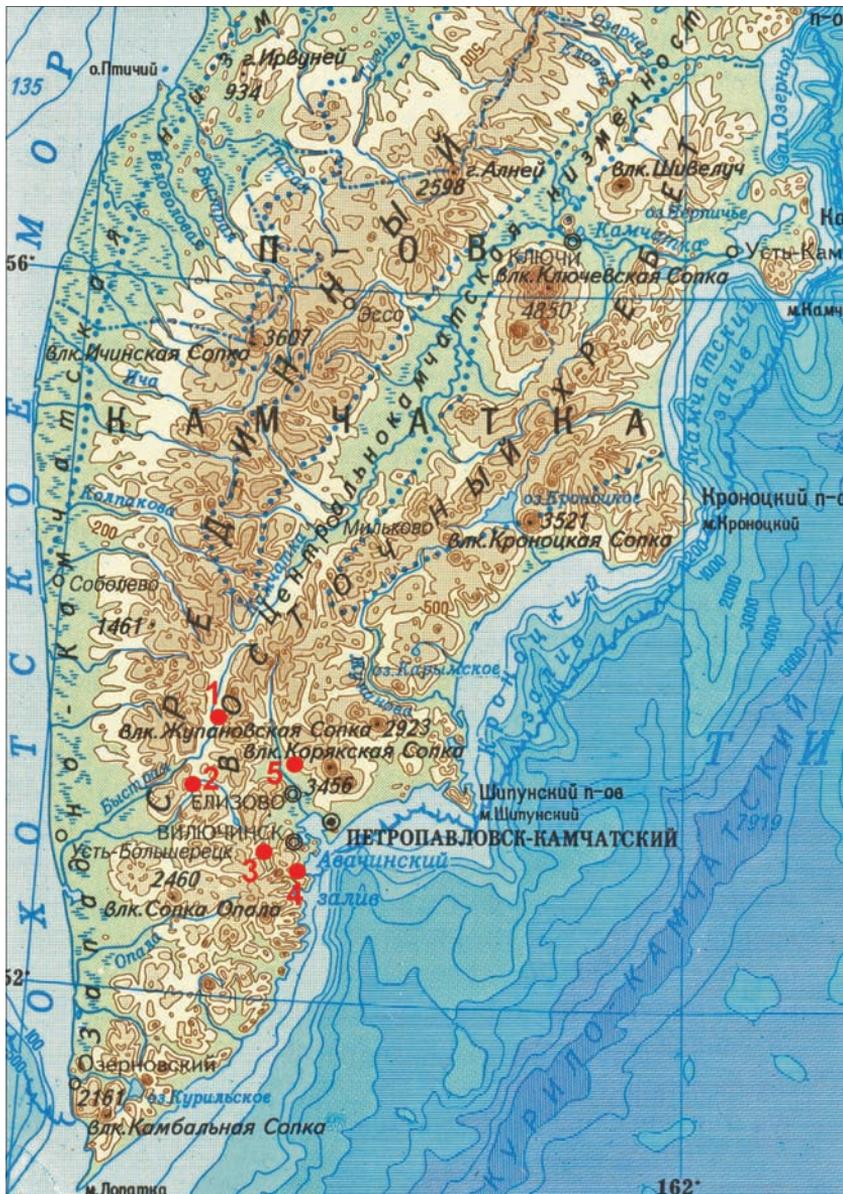


Фото 11. Расположение камчатских ЛРЗ: 1 - Малкинский, 2 - «Озерки», 3 - Паратунский, 4 - Вилуйский, 5 - «Кеткино»



Фото 12. Рыбоводный цех Малкинского ЛРЗ

Хотя нелегальный вылов (браконьерство) с конца XX века особенно заметно стал влиять на динамику лососевых популяций (Запорожец, Запорожец, 2007; Запорожец и др., 2007, 2008), мы не стали учитывать его в определении *эффективности деятельности рыболовных заводов*, поскольку браконьерство не приносит прибыли государству, которое финансирует ЛРЗ, а наоборот – её уменьшает. В таком контексте нелегальное изъятие лососей человеком является одним из факторов, влияющих на их конечную выживаемость, наряду с другими хищниками (рыбами, птицами, зверьми и пр.).

Промысловые возвраты рассчитывали, исходя из: количества учтённых у ЛРЗ производителей, доли промыслового изъятия, статистики легальных уловов и заполнения нерестилищ, используя, по возможности, имеющуюся информацию по идентификации заводских рыб в общих подходах лососей.

Кета

Оценивая возвраты кеты, выпущенной с заводов бассейна Авачинского залива, необходимо отметить, что только Паратунский ЛРЗ вносит существенный вклад в общее воспроизводство кеты этой части Камчатки – около трети производителей, заходящих в Авачинскую губу, рождены на ПЛРЗ, и только ~ 4% - на ЛРЗ «Кеткино».

Средневзвешенный коэффициент возврата² кеты к Паратунскому заводу от поколений выпуска 1994-2006 гг. составил 0.13%, а общий, с учётом морского (в Авачинской губе) и речного промысла - 0.4%. Доля за-

2 Коэффициент возврата к заводу вычисляют, как отношение количества вернувшихся рыб к численности соответствующего поколения выпуска (в %).

водских рыб в р. Паратунке в возвратах 1997-2009 гг. (по данным идентификации) - в среднем $\sim 65\%$ (Запорожец, Запорожец, 2010а). Возвраты кеты к ЛРЗ «Кеткино» от поколений выпуска 1994-2006 гг. - 0.04% , а общие, с учётом промысла (морского и речного) - 0.11% . Расчётная доля заводских рыб этого вида в р. Аваче в возвратах 1997-2010 гг. - 12% , а по данным идентификации, выполненной на основе анализа структуры чешуи, в возвратах 2006-2008 гг. - около 20% .

Возвраты кеты Вилюйского ЛРЗ от поколений выпуска 1994-2006 гг. минимальны и составляют 0.03% ; вклад продукции этого завода в промысел оценить невозможно, поскольку таковой отсутствует на примыкающем участке морского побережья с 1991 г.

На западном побережье Камчатки возвраты кеты ЛРЗ «Озерки» от поколений выпуска 1993-2006 гг. составили непосредственно к заводу 0.07% , а общие, с учётом промысла - 0.4% ; средняя расчётная доля в запасах этого вида в р. Большой за период 1996-2010 гг. $\sim 3\%$. По данным отолитного мечения в 2005 г. (Кудзина, 2006) эта доля была 3.7% . Необходимо отметить, что в возвратах кеты к этому ЛРЗ присутствует некоторая доля диких рыб: например, в 1996 г. (первый год возврата) - минимум 8% особей, которые скатились в 1992 г. (до начала работы завода); в 2005 г. - 23% производителей, вернувшихся от ската 2001 г., когда с ОЛРЗ молодёжь не выпускали; в 2010 г., по данным анализа отолитов, $\sim 20\%$ особей не имели меток.

Определение такого важного популяционного параметра, как кратность воспроизводства (KpB)³, у завод-

3 Кратность воспроизводства - это отношение количества вернувшихся потомков (сумма уловов и пропуска на нерест) к численности родительского поколения (учтённого на нерестилищах).

ских и диких стад в каждом из базовых водоёмов ЛРЗ показало следующее. Для дикой кеты р. Паратунки до начала работы ПЛРЗ (1981-1993 гг.) среднее значение КрВ было 6.6, а для заводской, в период его работы – 2.6. Сходные результаты получили для кеты р. Авачи: КрВ дикого стада составила 7.8, а заводского – 1.0; у кеты р. Большой: КрВ дикого стада – 7.7 (1992-2009 гг. – Заварина, 2010), а заводского за тот же период – 3.5. Самая малая величина КрВ оказалась на Вилюйском ЛРЗ – 0.3, то есть работа завода не обеспечивала даже простого воспроизводства, происходило постоянное уменьшение заводского стада.

Столь низкая эффективность работы ВЛРЗ по воспроизводству кеты связана, как с постоянными перевозками икры для инкубации с р. Паратунки, так и с обилием разнообразных речных и морских хищных рыб в оз. Б. Вилюй – озёрной сельди, звёздчатой камбалы, гольца, кунджи и кижуча, пожирающих недостаточно жизнестойкую выпущенную молодь – элиминация её хищниками в отдельные годы доходила до 36% (Смирнов и др., 2004). Невозможность восстановления запасов кеты оз. Б. Вилюй методами искусственного воспроизводства послужила одной из основных причин прекращения этой работы.

Несмотря на значительную долю заводской кеты в р. Паратунке и Авачинской губе, деятельность ПЛРЗ так и не привела к увеличению численности подходов производителей этого вида: и в период 1985-1996 гг. и в 1997-2010 гг. среднее значение этого показателя было на уровне 68-69 тыс. экз. (рис. 23). Однако при этом более чем втрое упало количество естественно нерестующих производителей (в среднем с 45 до 15 тыс. рыб за те же периоды), а уловы (официальные)

на рассматриваемой акватории выросли почти вдвое (с 20 до 37 тыс. экз.), в значительной степени – для целей искусственного воспроизводства.

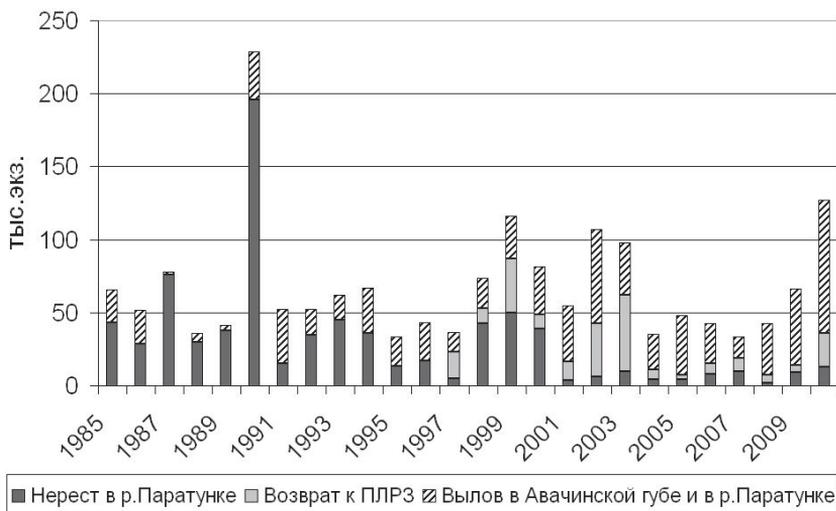


Рис. 23. Динамика численности и структура стада кеты р. Паратунки в 1985-2010 гг.

Коэффициент возврата кеты к ПЛРЗ за последние годы уменьшился в 5 раз (0.3% от 1994-2000 гг. выпуска, по сравнению с 0.06% от 2001-2006 гг.), что свидетельствует о снижении эффективности воспроизводства на этом заводе. Вероятно, одна из основных причин – постоянная эксплуатация смешанного стада для закладки икры на инкубацию при постепенном увеличении доли заводских рыб, выживаемость потомства которых заметно ниже, чем диких, что подтверждает показатель кратности воспроизводства.

В р. Аваче искусственное воспроизводство кеты на ЛРЗ «Кеткино» не оказало положительного влияния на динамику численности запасов этого вида (рис. 24).

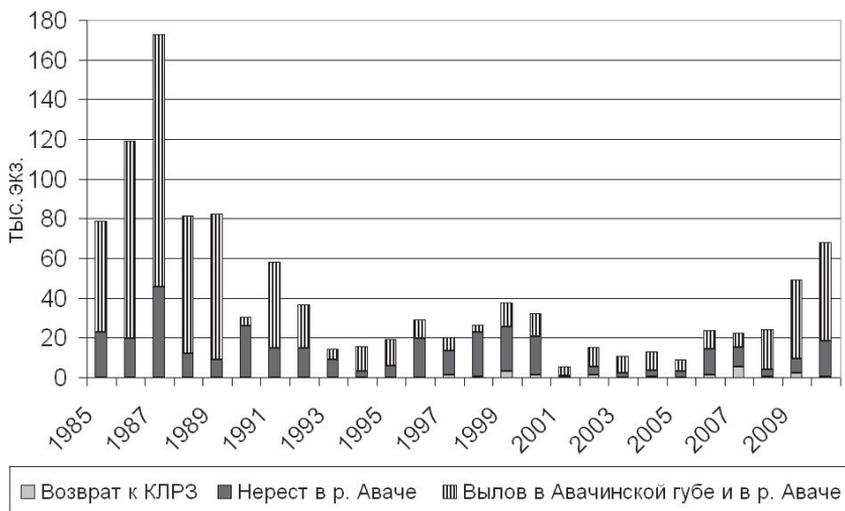


Рис. 24. Динамика численности и структура стада кеты р. Авачи в 1985-2010 гг.

Средняя численность подходов в период 1985-1996 гг. составляла порядка 60 тыс. экз., а в 1997-2010 гг. - 25 тыс. экз., при этом количество производителей, учтённых на нерестилищах, снизилось в 1.7 раза (с 17 до 10 тыс. экз.) и втрое уменьшился вылов. Коэффициент возврата кеты к заводу также уменьшился с 0.14% от выпусков 1994-1999 гг. до 0.07% (выпуски 2000-2006 гг.). Причём отметим, что показатели возврата максимальны при использовании местных (авачинских) производителей и наоборот – минимальны при перевозке икры с р. Паратунки в значительных количествах. Кроме того, обнаружена обратная связь между объёмом выпуска и коэффициентом возврата (показатель ранговой корреляции Спирмена – 0.6, значимость на уровне $p < 0.04$), то есть, при увеличении количества выпускаемой молоди уменьшается её выживаемость (рис. 25). Аналогичную

зависимость отмечали ранее, например, для заводов на юго-западе Сахалина (Ковтун, 1986).

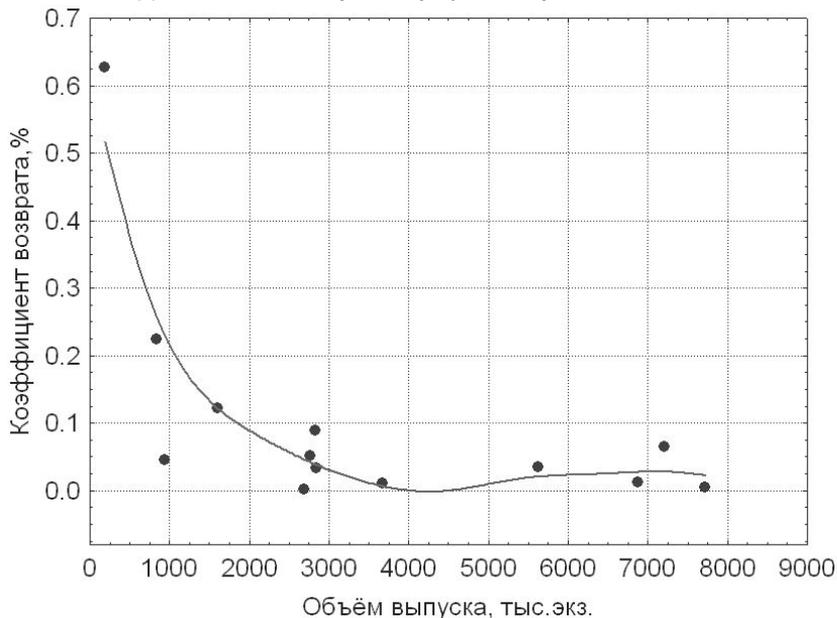


Рис. 25. Зависимость коэффициента возврата кеты от объема выпуска молоди с ЛРЗ «Кеткино» в 1994-2006 гг.

Оценивая вклад четырёх перечисленных камчатских рыбоводных заводов в промысел кеты на подходах к базовым водоёмам (в устьях рек и морском побережье), следует ранжировать их следующим образом: ПЛРЗ - 76 т, ОЛРЗ - 18 т, КЛРЗ - 6 т, ВЛРЗ - 0. Сравнение этих величин с расчётными значениями ожидаемого промыслового возврата (исходя из среднего количества рыб, выпущенных в 1993-2006 гг. и учитывая запланированный в биологических обоснованиях и Программе...⁴ возврат в 2%)

⁴ Программа искусственного воспроизводства лососевых на территории Камчатской области на 2000-2005 годы и последующий период. Петропавловск-Камчатский, 1999.

показывает, сколь они далеки. Так, для Паратунского ЛРЗ вклад в промысел в среднем должен быть 680 т, «Озерки» – 130 т, «Кеткино» – 200 т, Вилюйского – 33 т.

Нерка

Искусственным воспроизводством нерки занимаются на двух камчатских ЛРЗ – Малкинском и «Озерки». Расчёты показывают, что средневзвешенный коэффициент возврата нерки непосредственно к МЛРЗ от выпусков 1992-2007 гг. составил 0.8%, а в бассейн р. Большой (учитывая промысловое изъятие) – 1.8 %; расчётную долю нерки этого завода в суммарных запасах р. Большой за эти годы можно оценить примерно в 4%.

Средневзвешенный коэффициент возврата нерки к ОЛРЗ от выпусков 1993-2006 гг. был в 20 раз меньше, чем к МЛРЗ – 0.04%, а в бассейн р. Большой, с учётом промысла – 0.21%. Расчётная доля нерки ЛРЗ «Озерки» в р. Большой в 1996-2010 гг. ~ 4%. Отметим, что этот завод выпускает в 11 раз больше молоди, чем Малкинский.

В возвратах нерки к ЛРЗ «Озерки», также как у кеты, присутствует заметная доля диких рыб, например, в 1996 г. (первый год возврата) – 80% особей, которые скатились в 1992 г. (до начала работы завода); в 2005 г. – 81% производителей, вернувшихся от ската 2001 г., когда с ОЛРЗ не было выпуска. Вероятность присутствия чужих рыб в другие годы также достаточно велика.

Если даже не учитывать долю диких рыб у заводов, промысловый возврат (вклад в промысел) нерки МЛРЗ и ОЛРЗ в 1996-2010 гг. различался не слишком сильно – в среднем около 16 и 27 т, соответственно. В то же время, если сравнить эти величины с расчётными значениями ожидаемого промыслового возврата (2% – Программа..., 1999), получается, что вклад нерки Малкинского ЛРЗ

(исходя из среднего количества рыб, выпущенных в 1992-2006 гг.) должен был составить 19 т, а ЛРЗ «Озерки» – 330 т. Следовательно промысловый возврат МЛРЗ близок к запланированному, а таковой для ОЛРЗ – весьма далёк...

Эффективность выращивания нерки на МЛРЗ, если судить по показателям кратности воспроизводства, в 8.5 раз выше, чем на ОЛРЗ: потомство, полученное на первом заводе, в 1996-2010 гг. в 28 раз многочисленнее своих родителей (учитывая промысловое изъятие), а на ЛРЗ «Озерки» - только в 3 раза.

Надо полагать, что одна из основных причин существенно более низкой эффективности работы ОЛРЗ – постоянные перевозки икры нерки для закладки на инкубацию с других рек – с верховьев р. Быстрой и её притока р. Ключёвки. Это заметно уменьшает возвраты производителей к заводу. Для понимания других причин различия результатов деятельности этих двух ЛРЗ сравним некоторые параметры их работы (таблица 16). Ряд факторов вполне очевиден: это температура, водообмен и плотность посадки. Ясно, что при более высокой температуре скорость роста и, соответственно, размеры (и масса) рыб на выпуске больше. Способности к избеганию хищника у крупных рыб выражены также лучше, чем у мелких (Канидьев, 1966, 1966а, 1984). Исследование возрастной структуры возвращающихся производителей показывает, что абсолютное большинство малкинской нерки скатывается в море в год выпуска, а молодь этого вида, выпущенная с ЛРЗ «Озерки», остаётся в реке на год, иногда на два (Запорожец, Запорожец, 2010б), соответственно, элиминация её в пресноводный период жизни намного выше.

Таблица 16. Сравнительные характеристики условий и результатов воспроизводства нерки на двух ЛРЗ - Малкинском и «Озерки» в 1993-2009 гг.

Усредненные характеристики	МЛРЗ	ОЛРЗ
Тип бассейнов	«шведский»	лотковый
Размеры бассейнов, м	2 x 2 x 0.5	20 x 2 x 0.3
Уровень воды, м	0.3	0.2
Объем воды в бассейне, м ³	1.2	8
Тип слива	нижний центральный	верхний боковой
Процесс кормления	автоматические кормушки	ручное кормление
Температура воды при подращивании, °С	7.7	3.9
Плотность посадки (на площадь), тыс. шт. /м ²	1.2	12.5
Плотность посадки (на объем), тыс. шт. /м ³	7	60
Удельный водообмен при массе ~0.5 г, л/с на 1 кг	0.08	0.04
Масса на выпуске, г	5.1	0.66
Отход за подращивание, %	4.6	4.4
Объем выпуска, млн экз.	0.5	6.0
Промвозврат ($\Sigma\%$)	1.8	0.2
Доля нерки ЛРЗ в р. Большой, %	4	4

Удельный водообмен (л/с на 1 кг биомассы) при достижении неркой на МЛРЗ массы 0.5 г вдвое больше, чем на ОЛРЗ, что дает первой значительные преимущества в процессе роста и формирования ряда физиологических систем. Так, Джой Бенкс (Banks, 1992, 1994) показала, что снижение водообмена увеличивает смертность выращиваемой молоди чавычи и кижуча, ухудшает способность к осморегуляции. В наших экс-

периментах на молоди кеты и кижуча, по мере увеличения периода водообмена и плотности посадки, достоверно замедлялся рост сеголеток, их плавательные способности, солеустойчивость; наблюдалось более интенсивное жиронакопление в печени и замедленное развитие гонад (Запорожец и др., 1995).

Обратим внимание на то, что плотности посадки на этих двух ЛРЗ различаются на порядок, как в расчёте на площадь, так и на объём. Причём надо иметь в виду, что молодь в бассейнах распределена неравномерно. Поскольку рыбы выбирают лишь зоны оптимума (по насыщенности кислородом и метаболитами, кормности, освещённости и турбулентности) и избегают зон пессимума, реальные расстояния между мальками ещё меньше расчётных. Эта ситуация, имеющая свои достоинства при переходе личинок на внешнее питание, отягощается недостатками по мере роста рыб. Увеличивается число территориальных конфликтов и, соответственно, стрессовых ситуаций; растёт концентрация экзометаболитов, ингибирующих рост и развитие молоди, снижается иммунитет к заболеваниям, даже если концентрации кислорода и метаболитов находятся в пределах нормы (Maule et al., 1989; Banks, 1994; Kent et al., 1995).

К менее явным различиям следует отнести такие характеристики, как форма и размеры бассейнов, с которыми связано наличие (или отсутствие) застойных зон (в углах и в нижней части прямоугольных бассейнов), значительных турбулентностей течения (в верхней части лотков). К ряду достоинств бассейнов «шведского типа» можно добавить возможность их очищения за счёт кругового потока и нижнего слива. Кроме того, высокий уровень воды в

них способствует эффективному потреблению корма мальками на МЛРЗ, по сравнению с ОЛРЗ, несмотря на то, что энергетические затраты молоди, растущей в круговых бассейнах выше, чем в лотках (Запорожец, Запорожец, 2003, 2004б). Вполне возможно, что всё перечисленное отрицательно сказывается на выживаемости молоди после выпуска и, соответственно, возврате производителей к ОЛРЗ.

В то же время, необходимо отметить, что анализ данных не выявил положительной корреляции между массой выпускаемой молоди и коэффициентом её промыслового возврата.

Чавыча

Молодь чавычи на Камчатке подращивают только на Малкинском ЛРЗ. Первый выпуск (около 5 тыс. экз.) в р. Ключёвку осуществлён в 1981 г. В последующие годы выпуски составляли обычно десятки тысяч особей и только с 1993 г. выросли до 120 тыс. экз. и более. Небольшие заходы производителей чавычи в р. Ключёвку (до нескольких десятков особей) отмечали почти ежегодно (Жидкова и др., 1988), однако данные по их возрасту известны только позднее – с 1994 г., поэтому рассчитать возвраты удаётся лишь от выпусков, начиная с 1990 г.

Возврат чавычи к МЛРЗ от поколений 1990-1992 гг. составил около 0.14%, затем он уменьшился и в настоящее время средневзвешенный коэффициент возврата от поколений 1990-2006 гг. равняется 0.06%, а с учётом промысла - 0.08%. Обнаружена хорошо выраженная тенденция к уменьшению возврата, несмотря на увеличение массы выпускаемой молоди более чем в два раза, по сравнению с начальным периодом.

Средневзвешенная кратность воспроизводства в 1994-2010 гг., определённая с учётом изъятия, равна 1.7, что близко к соответствующему показателю естественно нерестующих рыб. Доля чавычи МЛРЗ в бассейне р. Большой в рассматриваемый период - 1.7%, а вклад в промысел - 0.9 т.

Для понимания причин низкой эффективности искусственного воспроизводства чавычи на Малкинском ЛРЗ, были рассмотрены связи между технологическими условиями выращивания молоди и некоторыми характеристиками возврата (Запорожец, Запорожец, 2004а). В частности, было рассчитано, что «загрузка» бассейнов (величина, обратная удельному водообмену) за годы работы завода колебалась около 70 кг биомассы рыб на 1 л/с расхода воды. Ранее Дж. Бэнкс (Banks, 1994) показано, что если при выращивании чавычи речного типа при 7°C «загрузка» увеличивается с 12 до 111 кг биомассы рыб на л/с, молодь не смолтифицируется к моменту выпуска и коэффициент возврата падает в 5 раз. Автор полагает, что причины снижения возврата при ухудшении водообмена и увеличении «загрузки» связаны со стрессом, а не с недостатком кислорода или с избытком аммиака (поскольку эти показатели были в пределах нормы).

По результатам проведённого нами анализа выявлена хорошо выраженная закономерность - отрицательная зависимость между объёмом выпуска и возвратом (рис. 26). Объясняется это, отчасти тем, что молодь при выпуске с МЛРЗ испытывает трудности с переходом на естественное питание; она задерживается у завода и некоторое время голодает. В июне начинается паводок, и масса кормового дреффта падает в 2.5 раза, по сравнению с маем (Смирнов и др., 1993).

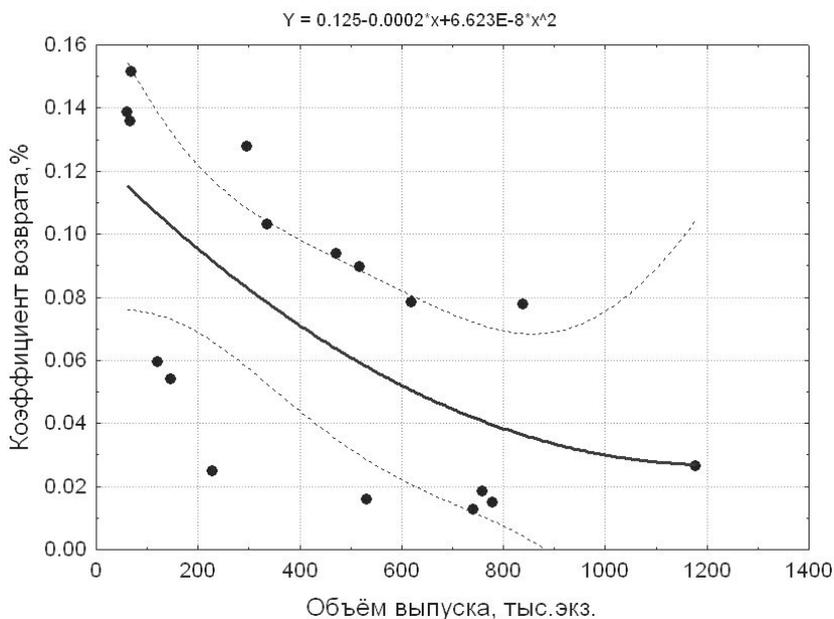


Рис. 26. Зависимость коэффициента возврата чавычи от объёма выпуска молоди с Малкинского ЛРЗ в 1990-2006 гг.

Естественно предположить, что с увеличением объёма выпускаемой молоди указанные проблемы обостряются ещё в большей степени. Часть молоди чавычи в паводок может попадать в боковые протоки, которые после спада воды пересыхают и тогда рыбы погибают. Задержка с выпуском также сказывается отрицательно: возврат от молоди чавычи, выпущенной в июне, оказался минимальным (рис. 27).

Ещё одной из причин небольшого возврата чавычи к Малкинскому ЛРЗ вполне может быть отсутствие физиологической готовности к жизни в морской воде сразу после выпуска с завода, что было показано по результатам тестирований состояния осморегуляторной системы молоди в 1999-2001 гг. (Запорожец, Запорожец, 2004 б).

Вследствие этого пестрятки не становятся смолтами и задерживаются в реке на год и более, расселяясь в другие биотопы. Подтверждением тому служит поимка помеченных на заводе особей в низовьях р. Большой в возрасте годовиков и двухлеток (Попова, Чебанов, 2007).

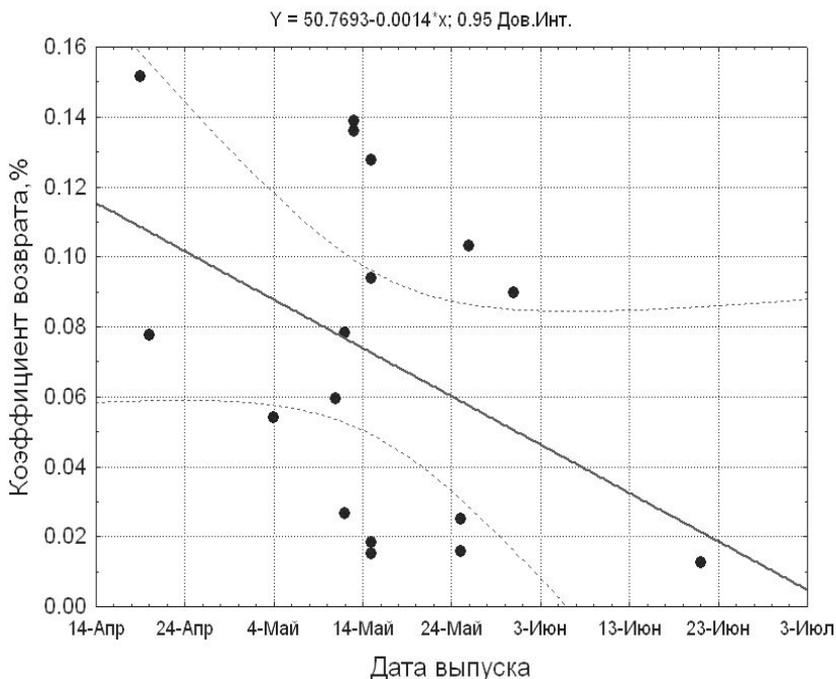


Рис. 27. Зависимость коэффициента возврата чавычи от даты выпуска молоди с Малкинского ЛРЗ в 1990-2006 гг.

Удлинение пресноводного периода жизни лососей, обогащая их популяционную структуру разнообразными вариантами стратегий, способствует её стабилизации. В то же время, именно в пресных водах, где концентрация хищников выше, а пищевых объектов - ниже, чем в морских, происходит максимальная элиминация молоди (Healey, 1991). Кроме того, поскольку

превращение заводских пестряток в смолтов происходит в других биотопах, импринтинг (запоминание множества характеристик окружающей среды), тесно связанный со смолтификацией (Dittman et al., 1994, 1996; Hino et al., 2005), может сформироваться в местах, весьма отдалённых от ЛРЗ, а хоминг - привести именно туда взрослых рыб. В результате, возвраты к заводу от выпуска пестряток будут ниже, чем при выпуске смолтов, как за счёт их повышенной смертности, так и по причине их стрейнга (расселения).

Для сравнительной оценки эффективности искусственного разведения чавычи на Камчатке, можно привести данные американских авторов по возвратам чавычи в бассейн р. Колумбии, согласно которым выпуск годовиков весенней чавычи даёт средний промысловый возврат порядка 0.3% (Banks, 1994); а сеголеток осенней чавычи 0.2% (Banks, Burger, 1998). Возврат от сеголеток осенней чавычи, выпущенных в 1985-1990 гг. в р. Снейк, составил 0.05%, а годовиков – 0.5%, а общий возврат – 0.2% и 2%, соответственно (Bugert et al., 1997), что заметно выше, чем на Камчатке.

Кижуч

Воспроизводством кижуча на Камчатке занимаются в настоящее время на двух ЛРЗ – Паратунском и Вилюйском. Эпизодически подращивали и выпускали молодь этого вида также на ЛРЗ «Кеткино» и «Озерки». Всего в 1992-2010 гг. камчатские ЛРЗ выпустили 13.5 млн. молоди, однако возвращающихся производителей учитывают только на Вилюйском ЛРЗ (и лишь с 2005 г.), где суммарные подходы в 2005-2010 гг. составили 7.8 тыс. экз. Средневзвешенный

коэффициент возврата к ВЛРЗ от поколений выпуска 2001-2007 гг. – 0.18%.

По данным отолитного мечения, в 2007 г. в возврате у ВЛРЗ обнаружено 20% особей естественного происхождения, а среди заводских производителей – 27% джеков (массой 300-500 г) и карликов (массой менее 100 г) (неопубликованные данные).

Эффективность воспроизводства кижуча на Виллюйском ЛРЗ в 6 раз выше, чем кеты там же, однако весьма далека от запланированной в рыбоводно-биологическом обосновании перепрофилирования завода на двухлетнее выращивание кижуча (Леман и др., 2006). Промысловые возвраты в этом обосновании декларированы на уровне 3 – 10%, реальные же – 0.18%.

На Паратунском ЛРЗ никогда не пытались учитывать производителей кижуча, возвращающихся к заводу (в руч. Трезубец), для закладки рыб отлавливают в низовьях и в устье р. Паратунки.

Метить отолиты особей этого вида на ПЛРЗ начали с 2007 г., но данных об идентификации в уловах заводских рыб пока нет. Поэтому приходится судить о влиянии деятельности завода на воспроизводство кижуча в р. Паратунке косвенно - по динамике его численности (рис. 28).

Так, если в период 1985-1995 гг., до возможных заводских возвратов, запасы в среднем были на уровне 16 тыс. экз., то в последующий (1996-2010 гг.) – 4 тыс. экз. Таким образом, сделать вывод о положительном влиянии рыборазведения на численность паратунского кижуча не представляется возможным. В то же время, в трёх других недалеко расположенных реках юго-восточной Камчатки (Налычева, Островной и Вахиль) запасы кижуча почти не изменились: в пер-

вый период они составляли в среднем около 9 тыс. экз., а во второй - 10 тыс. экз.



Рис. 28. Динамика численности и структура стада кижуча р. Паратунки в 1985-2010 гг.

Судя по приведённым данным, воспроизводство кижуча на камчатских ЛРЗ крайне неэффективно и приносит урон не только государственному бюджету, но и, что не менее важно, естественному воспроизводству.

Экономическая Оценка Деятельности ЛРЗ

Возникает ряд вопросов, лежащих в экономической плоскости, и имеющих отношение к оценке эффективности работы ЛРЗ: если одна из конечных задач расширенного воспроизводства – получение прибыли, то каковы возможные сроки окупаемости инвестиций в разведение лососей на разных заводах, различаются ли они? При проектировании строительства ЛРЗ обычно декларируют их окупаемость во вполне конкретные сроки, следовательно, это положение, так же как и промысловый возврат, должно подлежать проверке с помощью соответствующих расчётов.

В Японии, по данным О. Хирои (Hiroi, 1998), доходы от продукции прибрежного рыболовства (\approx 50-80 млрд иен) в 5-8 раз больше затрат на разведение кеты (\approx 10-14 млрд иен). На Аляске особо выгодным считается разведение чавычи: доход от её лицензионного лова может составлять до 200 долларов за 1 экз. (Кляшторин, 1991).

По данным Г. Радке с соавторами (2006), искусственное воспроизводство лососей в США на ряде рыбоводных заводов бывает и убыточным: ежегодные затраты четырёх исследованных рыбоводных заводов американской «Службы рыбы и дичи» составили 4.6 млн долл., доход от выловленной продукции (рыбы) этих заводов - 1.7, и разница, соответственно (убыток) - 2.9 млн долл. Программы садкового выращивания лососей в море, получившие в 1980-е гг. в США значительное финансирование, также оказались не слишком удачными и очень дорогими. Так, себестоимость одной особи

кижуча, выращенного на ЛРЗ «Аквафудс» (шт. Орегон), и предназначенного для прибрежного спортивного рыболовства, равнялась 5 тыс. долларов, а лицензию на его вылов продавали за 10 долларов (Лихатович, 2004).

Экономические вопросы деятельности лососевых рыбоводных заводов Европейского Севера России рассмотрены И.Л. Фридманом (1994), который предложил в финансовую оценку работы ЛРЗ включать промысловый возврат, что должно стимулировать усилия по выпуску более качественной молодежи.

В 2000-е гг. нами выполнен анализ экономических аспектов деятельности камчатских ЛРЗ по выпускам молодежи до 1996 г. и соответствующих им возвратов (Запорожец, Запорожец, 2004а). Итоги последующих заводских выпусков и возвратов проанализированы в настоящей работе по сходной методике, но с некоторыми изменениями.

Окупаемость ЛРЗ в период 1993-2006 гг. определяли, сравнивая суммарные затраты на выращивание молодежи на каждом ЛРЗ с накопленной стоимостью возврата, в том числе промыслового, исходя из средней условной цены лососей⁵. Расчёты суммарных затрат проводили, используя данные Севвострыбвода по ежегодным расходам ЛРЗ, включая отчисления на амортизацию основных фондов. Затраты в рублях пересчитывали в долларовый эквивалент (по текущему курсу Центробанка), в связи с инфляцией и деноминацией российской валюты в анализируемый период. Стоимость затрат на выращивание каждого из рассмотренных видов на конкретных ЛРЗ вычисляли пропорционально доле биомассы этого вида в общем объёме ежегодного выпуска молодежи с данного завода.

5 (Синяков, 2006; Запорожец и др., 2007; Ксенофонтов, Гольденберг, 2008)

Кета

Расчёты показали, что соотношение между стоимостью возврата кеты от выпусков 1993-2006 гг. и финансовым вкладом государства в ЛРЗ «Озерки» близко к 0.04 (то есть, условно окупилось около 4% инвестиций). Удельные затраты на выращивание 1 кг молоди в означенный период составляли около 4 тыс. р., а одного сеголетка ~ 4 р. Суммарные же затраты больше условной стоимости возврата на величину, эквивалентную 6 млн долларов США (как итог баланса на конец 2006 г.) (рис. 29 вверху). Учитывая тенденции составляющих, при нынешних текущих затратах перспектива рентабельности воспроизводства кеты на этом заводе не просматривается.

На Паратунском ЛРЗ удельные затраты при выращивании кеты в период 1993-2006 гг. равнялись 1.5 тыс. р. на 1 кг биомассы молоди, а стоимость сеголетка была вдвое ниже, чем на ОЛРЗ. Учитывая, что доля затрат на кету в основных производственных фондах этого завода в 1993 г. составляла 97% или ~200 тыс. долл., расчётные доходы в 1996 г. почти покрывали издержки и эту балансовую стоимость. Однако в дальнейшем суммарные затраты росли быстрее условной прибыли и разница между ними составила около 7 млн долл. (рис. 29 внизу) и пока условно окупилось ~ 30% затрат.

Поскольку воспроизводство кеты на Вилюйском ЛРЗ закончено и возвраты этого вида после 2007 г. не зарегистрированы, оценку проводили для периода 1994-2007 гг. Суммарные государственные инвестиции в Вилюйский ЛРЗ за эти годы составили сумму, эквивалентную 4 млн долл. США (рис. 30 вверху), а возвращающихся производителей кеты не хватало даже для под-

держания процесса искусственного воспроизводства. Стоимость выращивания 1 кг биомассы кеты в среднем за период приближалась к 5.1 тыс. р., а 1 малька – 5 р.

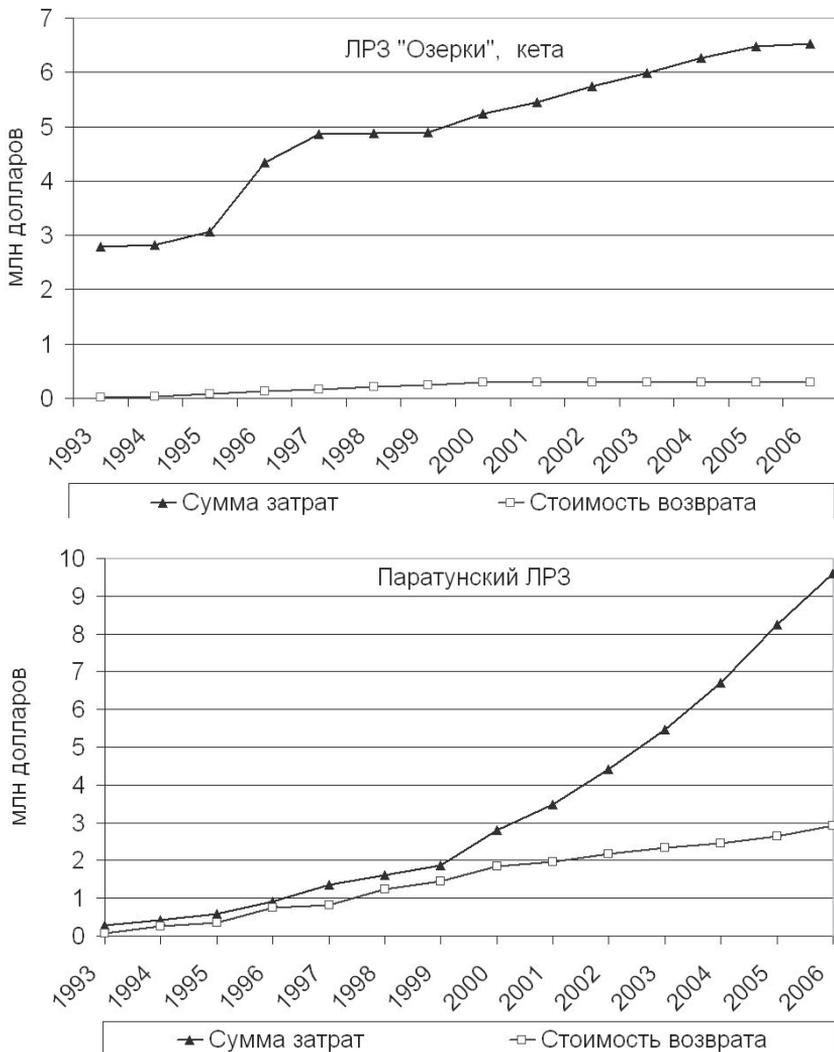


Рис. 29. Оценка суммарных затрат на воспроизводство кеты на ЛРЗ «Озерки» и Паратунском в 1993-2006 гг. и стоимости её возврата

Затраты на строительство и эксплуатацию ЛРЗ «Кеткино» в 1994-2006 гг. эквивалентны примерно 10 млн долл. США (рис. 30 внизу).

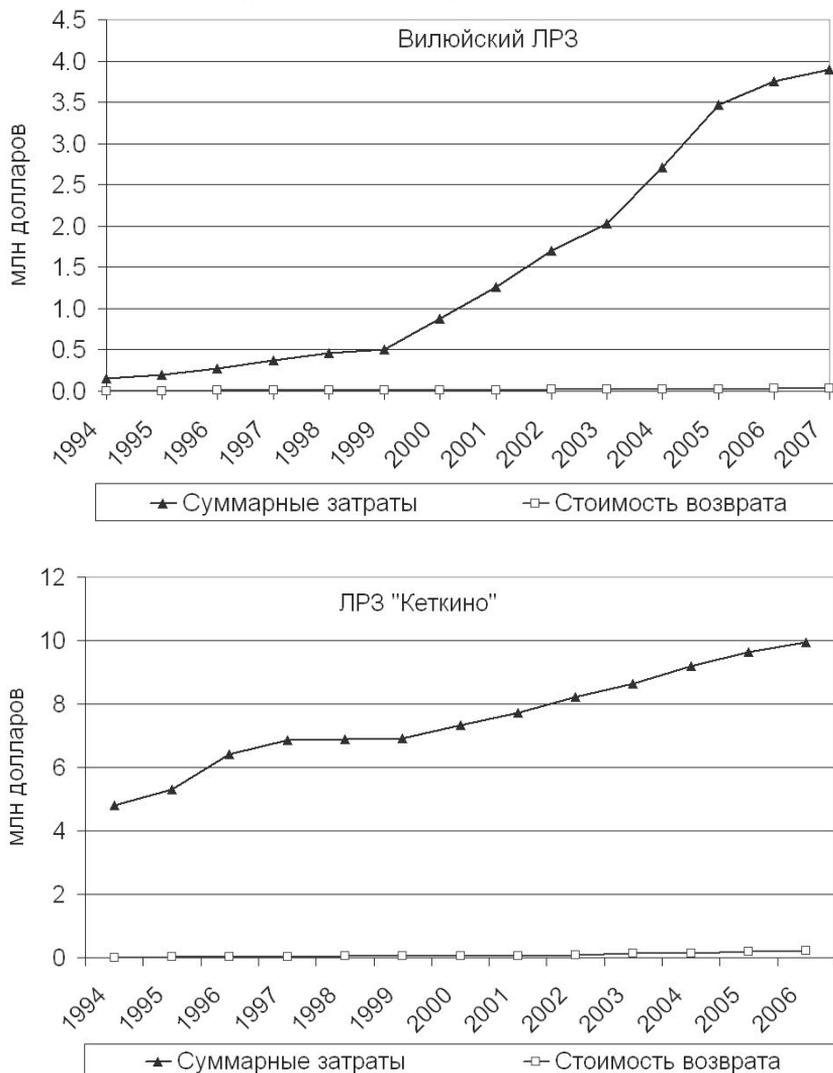


Рис. 30. Оценка суммарных затрат на воспроизводство кеты на ЛРЗ Вилуйском и «Кеткино» в 1994-2006 гг. и стоимости её возврата

Величина соотношения между стоимостью возврата КЛРЗ и финансовым вкладом ~ 0.02 (т. е. условно окупилось 2% вложенных средств). Средняя стоимость выращивания 1 кг биомассы кеты составила за этот период 4.3 тыс. р., а 1 малька – 4 р.

Можно отметить, что удельные затраты на выращивание молоди кеты минимальны на Паратунском ЛРЗ (1.5 тыс. р. за 1 кг), а максимальны - на Вилюйском (5.1 тыс. р. за 1 кг). Сравнение стоимости конечной продукции, как отношения суммарных затрат к общей биомассе вернувшихся производителей, показывает, что на каждый килограмм возврата взрослых рыб затрачено: ПЛРЗ - 148 р., ОЛРЗ - 1461 р., КЛРЗ - 1962 р., ВЛРЗ - 5409 р.

Нерка

На выращивание 1 кг биомассы молоди нерки на ЛРЗ «Озерки» в 1993-2006 гг. в среднем потребовалось в 2.4 раз больше средств (3.8 тыс. р.), чем Малкинскому (1.6 тыс. р.). При этом «Озерки» - холодноводный завод, а Малкинский – тепловодный. А такой показатель окупаемости инвестиций на воспроизводство нерки, как соотношение между стоимостью возврата и финансовым вкладом, различается на этих двух заводах в ~ 4 раза (МЛРЗ - 0.38, ОЛРЗ - 0.1). С целью прогноза окупаемости построены графики кумулят инвестиций и стоимости общего возврата для обоих заводов (рис. 31).

Теоретические доходы на МЛРЗ и на ОЛРЗ росли медленнее расходов, что и определило *условно отрицательный* баланс по отношению к инвестициям.

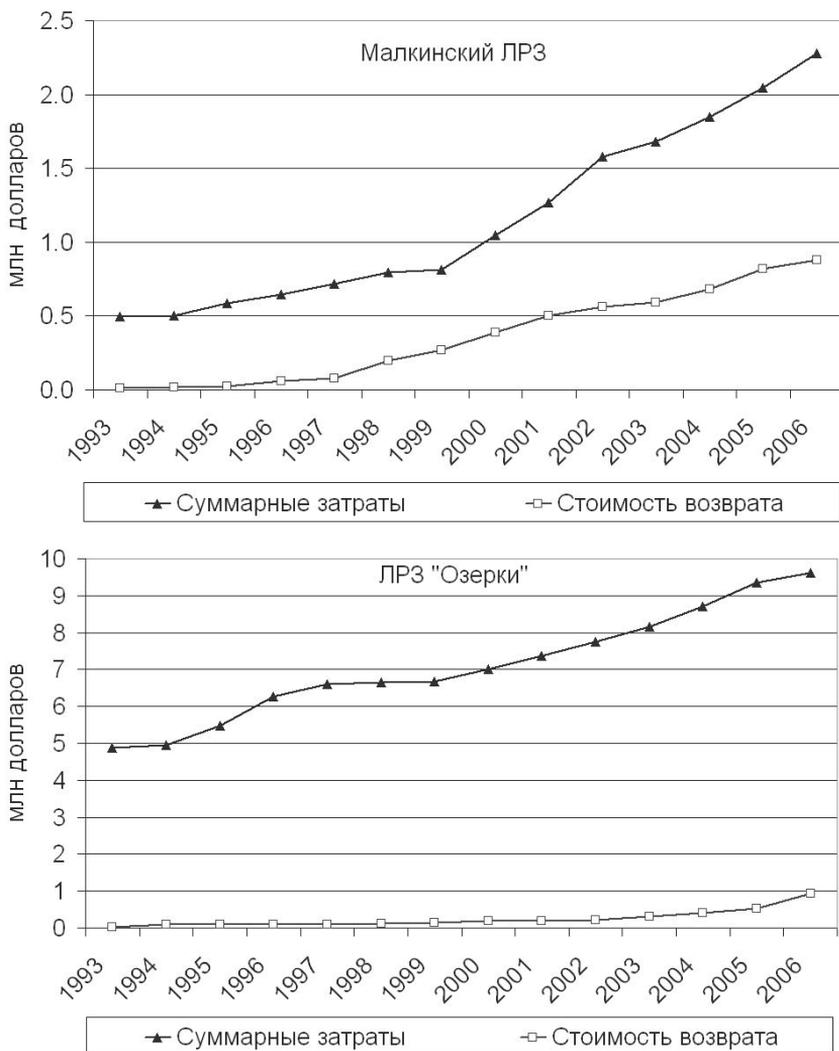


Рис. 31. Оценка суммарных затрат на воспроизводство нерки на ЛРЗ Малкинский и «Озерки» в 1993-2006 гг. и стоимость её возврата

Хотя средняя стоимость сеголетка нерки на МЛРЗ выше (7.5 р.), чем на ОЛРЗ (2 р.), затраты на единицу конечной продукции – 1 кг вернувшихся производителей первого

из них ниже (366 р.), чем второго (657 р.). Это можно объяснить тем, что молодь, выпускаемая с Малкинского ЛРЗ, гораздо крупнее и выживаемость её выше.

Чавыча

Для выращивания 1 кг молоди чавычи на Малкинском ЛРЗ в период 1993-2006 гг. в среднем затрачено 1.6 тыс. р. (как и для нерки на этом заводе), а средняя стоимость 1 малька оказалась ~14 р. Отношение общей стоимости возврата к суммарным инвестициям к концу 2006 г. составило 0.02 (условно окупилось 2% затрат), а разница между этими двумя величинами – 136 млн р. (рис. 32).

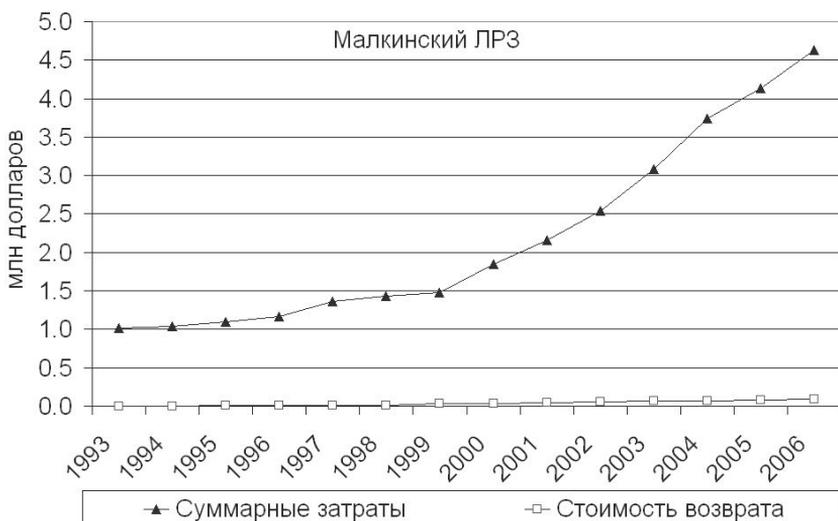


Рис. 32. Оценка суммарных затрат на воспроизводство чавычи на Малкинском ЛРЗ в 1993-2006 гг. и стоимости её возврата

В свою очередь, отношение суммарных затрат к общей биомассе производителей, вернувшихся в 1997-2010 гг., (затраты на 1 килограмм возврата взрослых рыб) были очень велики - 4.5 тыс. р.

Кижуч

Как отмечено выше, воспроизводством кижуча занимаются в основном на Вилюйском и Паратунском ЛРЗ, но возвраты к последнему ни разу не регистрировали. Инвестиции в выращивание этого вида лососей на ВЛРЗ в период 1998-2007 гг. составили около 70 млн р. (рис. 33), а вклад этого завода в промысел определить невозможно, поскольку вблизи нет промышленных рыболовных участков. Тем не менее, мы посчитали, сколько вложено средств в 1 килограмм вернувшихся к заводу рыб - 4.6 тыс. р. Это максимальная из вычисленных нами аналогичных величин.

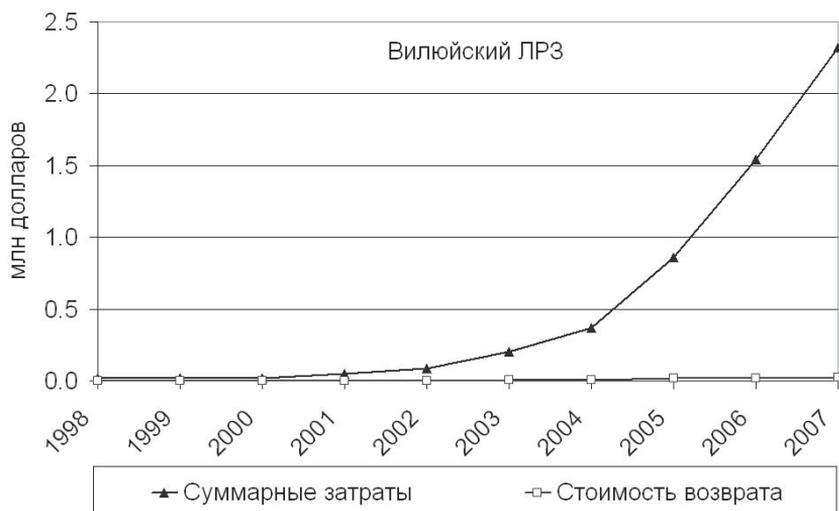


Рис. 33. Оценка суммарных затрат на воспроизводство кижуча на Вилюйском ЛРЗ в 1998-2007 гг. и стоимости его возврата

Для сравнения отметим, что средние затраты на 1 кг молоди кижуча, выпускаемой с ВЛРЗ, составляют 5.5 тыс. р., на 1 малька – 16 р., а на ПЛРЗ - 2.2 тыс. р. и 9 р.,

соответственно. Основной причиной высокой стоимости выращивания молоди этого вида на Вилюйском ЛРЗ является его двухлетний цикл.

Проведённый анализ экономических показателей камчатских ЛРЗ свидетельствует, что затраты на искусственное воспроизводство далеко не эквивалентны условной стоимости возвращающихся производителей. Если задумываться об эффективности вложения средств в поддержание численности лососевых ресурсов на оптимальном уровне, то, вероятно, разумнее направлять финансирование на их *реальную* охрану, обеспечив её всеми необходимыми средствами и, одновременно, серьёзным контролем. По оценке М. Ю. Ксенофонтова и И. А. Гольденберг (2008), затраты на охрану лососей от браконьеров эффективнее заводского разведения примерно в 10 раз. Тем более, что естественный нерест лососей не требует от человека никаких затрат, в отличие от искусственного. Надо только рационально и бережно пользоваться его плодами.

Последствия Искусственного Воспроизводства и Некоторые Аспекты Взаимодействия с Естественными Популяциями

Заводское воспроизводство лососей на конкретной реке в той или иной степени влияет на состояние естественных популяций и экосистемы в целом. Воздействие начинается с отлова производителей и может сопровождаться селективностью, сверхлимитным выловом и т. д., продолжается в процессе кормления молоди (загрязнение реки остатками кормов, фекалиями, патогенными и условно патогенными организмами), затем при скате заводской молоди (перенос и распространение инфекции, конкуренция с дикими рыбами за территорию и кормовые ресурсы) и заканчивается возвратом заводских производителей. Последние, смешиваясь с дикими не только на путях миграций, но и на нерестилищах, частично замещают их, модифицируя качество потомства.

Кроме того, в процессе искусственного воспроизводства неизбежно возникают те или иные формы отбора, что приводит к появлению генетических различий между природной и заводской молодью. При взаимодействии в природе особей из естественно и искусственно воспроизводимых популяций вследствие их гибридизации происходит сокращение межпопуляционного разнообразия и разрушение генных комплексов. Эти процессы могут снижать приспособленность природных популяций, представляя угрозу их устойчивости (Салменкова, 1994; Williams et al., 2003; Naish et al., 2008; Kostow, 2008). Принципиально важно сохранять оптимальный уровень

генного разнообразия природных популяций, как основное условие их стабильного существования во времени и в пространстве (Алтухов, 1989; Kostow et al., 2003). Поэтому изучение влияния искусственного воспроизводства на состояние естественных популяций является одним из значимых направлений научных исследований.

Адаптация Заводских Рыб к Жизни в Естественной Среде

Молодь лососей после выпуска с завода, попадая в естественные условия, начинает напрямую контактировать с дикими рыбами, сама добывать себе пищу и приспособляться к совершенно новому для неё окружению.

Данные о пищевой конкуренции заводской и дикой молоди тихоокеанских лососей в российских пресных водах немногочисленны. Сюда, в частности, можно отнести информацию об уменьшении интенсивности питания сеголеток кеты (как дикой, так и заводской) в р. Паратунке в первые недели после массового выпуска молоди с Паратунского ЛРЗ (Vvedenskaya, Travina, 2001; Введенская и др., 2003). В основе этого явления лежит недостаточность кормовой базы реки для такого количества молоди (25-30 млн экз.), что подтверждается уменьшением количества хирономид (Chironomidae) – её основного кормового объекта в период ската в море. Аналогичная ситуация описана в работе В.Н. Лемана и В.В. Чебановой (2002), где сделан вывод о несоответствии кормовой базы эстуария р. Большой пищевым потребностям суммарного количества заводской и дикой молоди лососей разных видов в пик её ската. В результате – та и другая быстро скатываются в море, что свидетельствует не только о пищевой конкуренции особей разного происхождения, но и о конкуренции за местообитания. При

высокой численности рыб и ограниченности мест для отдыха и охоты молодь вынуждена, не задерживаясь, идти вниз по течению. Последствия этого могут быть весьма неблагоприятны. Так, известно, что преждевременно скатившаяся молодь, осморегуляторная система которой не готова к функционированию по морскому типу, в большинстве своем погибает при попадании в воду высокой солёности (Jarvi et al., 1991; Zaporozhец, Zaporozhец, 1993; Handeland et al., 1996). Вполне возможно, что именно это является причиной снижения возвратов производителей на камчатские ЛРЗ при увеличении массы и количества выпускаемой молоди.

В уже упомянутой статье В.Н. Лемана и В.В. Чебановой (2002) приведены также интересные соображения, касающиеся вариантов временного разрешения пищевых конфликтов заводских и диких рыб в реке. Так, если основу пищи у скатывающейся дикой молоди лососей составляют крупные активно плавающие подёнки, то у заводской – малоподвижные личинки и куколки хирономид. Это является доказательством неразвитого навыка охоты в естественной среде у заводской молоди, в отличие от дикой. По той же причине снижалась упитанность молоди кеты после выпуска с Паратунского ЛРЗ в 2002 г. (Чистякова, 2008). Интенсивность питания этих мальков, по данным Т. Л. Введенской с соавторами (2004), вдвое ниже, чем диких; очень слабо питалась и нерка, выпущенная с ЛРЗ «Озерки», в течение 8-10 дней – индекс её потребления составлял 7-19‰. В дальнейшем заводская нерка начала активно питаться, но при этом около 16% от пищевого комка приходилось на растительные остатки и детрит, что свидетельствует, как о наличии у заводских рыб навыка питания остатками корма со дна, которое обычно развивается у слабой молоди в заводских условиях, так и

о плохой идентификации непищевых объектов.

Данные, приведённые в последней работе (Введенская и др., 2004), освещают ещё один интересный аспект - реакцию молоди нерки разного происхождения на резкое ухудшение состояния кормовой базы (во второй половине мая): у дикой индексы потребления уменьшились в два раза, а у заводской - в три.

Для молоди чавычи и кижуча, выпускаемой с рыбозаводов Камчатки, также характерны трудности с адаптацией к природным условиям и задержки с переходом на естественное питание сроком от одной до трёх недель (Смирнов и др., 1993; Леман и др., 2006).

Непростой переход заводских рыб из искусственной среды обитания в речную наносит свой отпечаток и на структуру чешуи большинства особей нерки и чавычи Малкинского ЛРЗ, скатившихся сеголетками: он проявляется в виде хорошо заметного узкого склеритного кольца после целого ряда широких склеритов в центральной зоне чешуи, на границе пресноводной и морской зон (рис. 34). Наличие дополнительной зоны суженных склеритов на чешуе лососей после выпуска с завода отмечали и другие исследователи (Fukuwaka, Kaeriyama, 1994; Антонов и др., 2007).

Для заводской молоди лососей, выпускаемой на пастбищный нагул, часто присуще поведение, значительно отличающееся от дикой: скат в дневное время (Рухлов, 1973а; Чистякова, 2008), скопление у берегов на мелководье (Фото 23, вкладка) в ожидании привычного ей корма, который должен сыпаться сверху (Запорожец, Запорожец, 2008). Такое поведение позволяет легко съесть или травмировать эту молодь не только хищным рыбам, но и птицам (Воловик и др., 1972; Рухлов, 1973а; Крупянко, Скирин, 1998).



Рис. 34. Центральная часть чешуи нерки (вверху) и чавычи (внизу) Малкинского ЛРЗ, скатившихся сеголетками

Исследованием хищничества диких рыб на заводской молоди лососей на Дальнем Востоке основательно занимался А.Н. Канидьев (1984). Им, например, показано, что в реках о. Сахалин неполовозрелые особи кунджи (*Salvelinus leucomaenis*), мальмы (*Salvelinus malma*), сими (*Oncorhynchus masu*) и тайменя (*Hucho taimen*) уничтожали до 6% выпущенной с заводов кеты. Количество заводской молоди в желудках хищников иногда превышало 70 экз. на 1 особь. Н.И. Крупянко и В.И. Скирин (1993, 1998) на примере р. Барбашевка (Южное Приморье) рассмотрели влияние хищников на численность молоди кеты и горбуши естественного и искусственного воспроизводства. Было выяснено, что основным потребителем покатников кеты там является молодь сими в возрасте один год и старше, длиной более 80 мм. Ущерб, наносимый симой заводской молоди кеты в 10 раз больше, чем природной.

На Камчатке поедание зубастой корюшкой (*Osmerus*), гольцами (*Salvelinus alpinus*) и кунджей (*Salvelinus leucomaenis*) заводских сеголеток неоднократно отмечали при выпуске кеты с Вилюйского ЛРЗ (Смирнов и др., 2004), Малкинского и ЛРЗ «Озерки». Количество заводской молоди в желудках этих хищников могло превышать 20 экз. на 1 особь (неопубликованные данные Севвострыбвода). По некоторым оценкам, элиминация кеты Вилюйского ЛРЗ хищниками достигала 40% (Леман и др., 2006). Мы также неоднократно наблюдали при выпуске заводских сеголеток кеты и нерки, как их поедали годовики и двухгодовики кижуча и чавычи.

Такого рода взаимодействия, по-видимому, имеются и в последующий за скатом ранний период морской жизни молоди. По нашим данным, коэффициенты возврата искусственно выращенной кеты ко всем восточно-камчат-

ским ЛРЗ показывали ежегодное чередование поколений выпуска по степени выживаемости. Так, например, если в ряду поколений выпуска 1995-1999 гг. средний коэффициент возврата нечётных лет к Паратунскому ЛРЗ составлял около 0.1%, то для чётных лет - 0.5% (Zaporozhets, Zaporozhets, 2003; Запорожец, 2006 а). Подходы горбуши к восточному побережью Камчатки наиболее многочисленны в нечётные годы. Потомство от них, скатывающееся в чётные годы, вместо того чтобы составить конкуренцию для заводской молодежи кеты, уменьшает для неё пресс хищников. Напротив, в нечётные годы, когда численность молодежи горбуши близ восточного побережья Камчатки относительно низка, отмечено значительное выедание молодежи кеты хищниками в прибрежье (Карпенко, 1998, 2000).

Относительно пищевой конкуренции лососей разного происхождения в период нагула в океане имеются разные точки зрения. Согласно одной из них, регулярные выпуски кеты, выращиваемой на японских ЛРЗ, переполняют Северную Пацифику (Ishida et al., 1993; Welch, Morris, 1994; Bigler et al., 1996; Kaeriyama, 1996, 2003; Azumaya, Ishida, 2000; Klovatch, 2000; Volobuev, 2000; Гриценко и др., 2000). При этом японская заводская кета, являясь основным потребителем пищевых ресурсов, не только вытесняет стада иного происхождения, но и сама становится жертвой конкурентных отношений в условиях высокой плотности. Отмечено снижение массы, размеров, плодовитости кеты, увеличение возраста её созревания; патологические изменения в мышцах и печени рыб. Обнаружена донерестовая гибель производителей в океане при уходе за пределы нагульного ареала (Klovatch, 2001; Кловач, 2003). Негативные изменения, вызванные большими выпусками японской заводской

кеты, затрагивают и дикие популяции того же вида.

Сторонники другой точки зрения вполне обоснованно отрицают лимитированность экологической ёмкости Северной Пацифики её кормовыми ресурсами для тихоокеанских лососей (Шунтов, Темных, 2004, 2005; Найденко, 2009; Темных, 2009; Шунтов, 2009). Их аргументы сводятся к следующему:

- биомасса лососей даже в фазе их максимальной численности составляет всего 5-6% от общей биомассы нектона эпипелагиали;

- массовая доля лососей заметно больше в верхней эпипелагиали за пределами шельфа, где они нагуливаются в летний и осенний периоды (30-60%), но при этом численность потребителей планктона много меньше, чем на шельфе, а запасов корма – гораздо больше;

- лососи, помимо планктона, используют для питания мелкий нектон, численность которого также велика;

- объём выедаемого лососями планктона составляет менее 10% от его запасов, что не подтверждает тезис о дефиците кормовых ресурсов.

В конечном итоге, ежегодные выпуски 5 млрд молоди лососей с рыбоводных заводов всех стран Северной Пацифики мало влияют на баланс её экосистемы. По мнению В. П. Шунтова (2008), дебаты о переполнении океана заводскими рыбами имеют скорее политическую основу, нежели биологическую.

Наши исследования динамики биологических показателей у производителей паратунской кеты, возвратившихся на нерест в 1992-2009 гг., показали, что размеры (кроме самцов возраста 0.5) и плодовитость самок росли (рис. 35), а возраст в среднем не изменился (см. ниже). Следовательно, на этом стаде кеты не отражается конкуренция за кормовые ресурсы с другими, в отличие от японского.

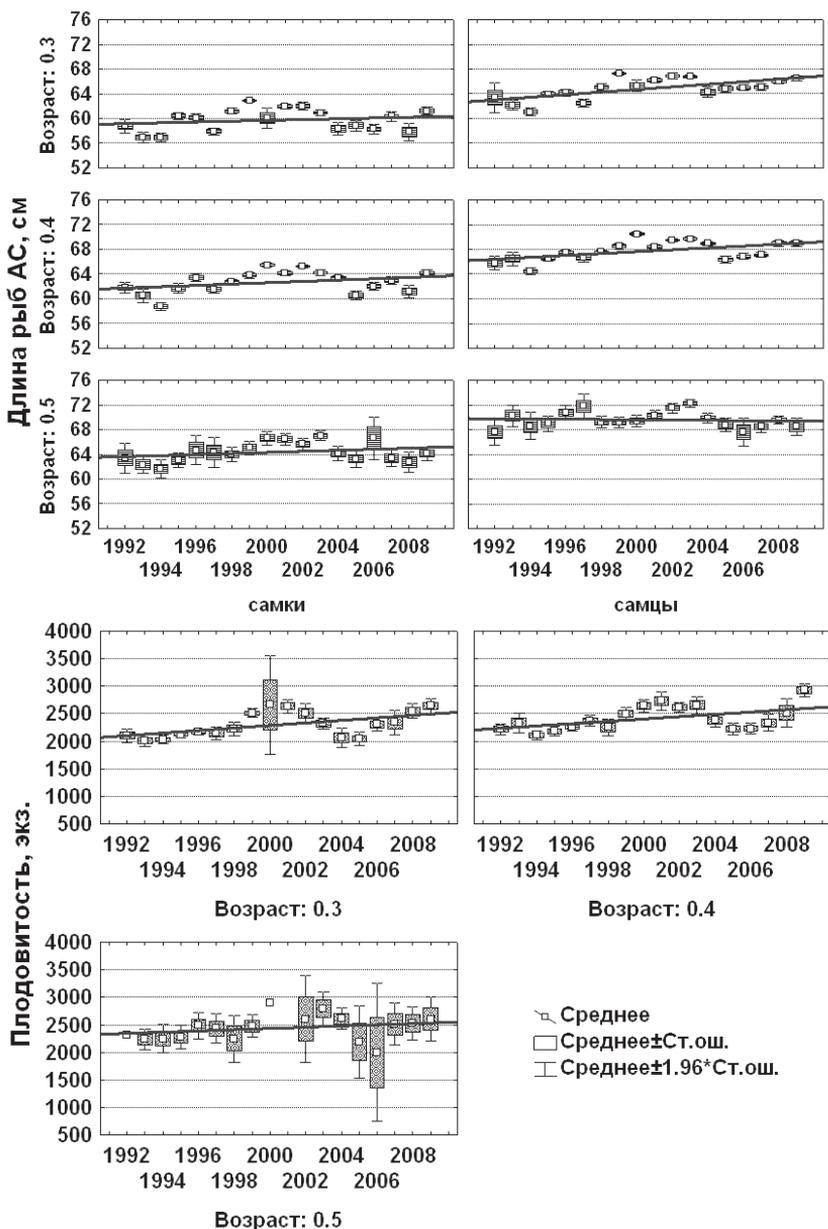


Рис. 35. Динамика размеров и плодовитости кеты р. Паратунки в 1992-2009 гг.

Взаимодействия в Период Нерестовой Миграции

На заключительном этапе жизненного цикла тихоокеанские лососи идут на нерест в родные реки и озёра. Здесь взаимодействия уже не связаны с пищевыми ресурсами. Наиболее часто исследователи констатируют изменение соотношения заводских и диких рыб по некоторым косвенным признакам: запустению естественных нерестилищ (Беляев и др., 2000), изменению популяционной структуры стад (Пустовойт, Хованский, 2000) и уровня флуктуирующей асимметрии (Петровская, 1995; Бойко, 2000).

Л.А. Животовский (1997) с помощью разработанной им модели динамики численности горбуши исследовал влияние заводского разведения рыб на суммарную численность стада, пополняемого за счёт естественного и искусственного воспроизводства. Им показано, что долгопериодная динамика стада может быть разной в зависимости от того режима, в котором оно находилось до пуска завода. Например, если в естественном стаде наблюдалась так называемая смена доминирования линий чётных и нечётных лет, то искусственное воспроизводство может привести к более длительному доминированию одной из линий, в крайнем случае - к постоянным большим различиям в мощности подходов рыб в смежные годы. Искусственное разведение сказывается на поведении лососей, в частности на их способности к возврату на нерест в родные водоёмы. Показано, что наличие даже незначительного обмена между стадами может повлиять на долгосрочную (в течение многих поколений) динамику этих стад.

Наиболее чётко рассматриваемые взаимодействия

проявляются при стрейнге диких производителей к ЛРЗ, а заводских - на нерестилища. Для выявления такого рода межпопуляционного обмена необходима достаточно надёжная идентификация особей разного происхождения. В качестве модельного объекта исследований мы изучали р. Паратунку, куда, начиная с 1993 г., Паратунский ЛРЗ выпускает до 20 млн экз. молоди. Производителей кеты этого стада в смешанных уловах (общий объём материала ~17 тыс. экз.) дифференцировали на основе эталонных выборок чешуи, взятых у рыб в местах естественного нереста (дикие) и в рыбоучётном заграждении ЛРЗ (заводские). Для идентификации происхождения рыб использовали особенности строения центральной зоны чешуи, формирующиеся в пресноводный и первый морской периоды жизни (Davis, 1987; Bernard, Myers, 1996; Zaporozhets, Zaporozhets, 1999, 2000; Запорожец, Запорожец, 2000 б). Для каждой эталонной выборки выполняли дисперсионный анализ данных и оценивали влияние номинальных составляющих на отдельные параметры чешуи (до 250 признаков). Затем отбирали значимые переменные, вводили их в модели и выполняли дискриминантный анализ. После обсчёта моделей производили классификацию остальных особей (не вошедших в эталоны) и рассчитывали соотношение особей разных группировок в смешанных выборках (рис. 36).

На основе анализа выявлено практически ежегодное преобладание заводской кеты в среднем и нижнем течении реки: её доля в период 1997-2009 гг. колебалась от 45 до 81%. На обследованных в этот период естественных нерестилищах идентифицировано в разные годы от 17 до 44% особей кеты заводского происхождения.

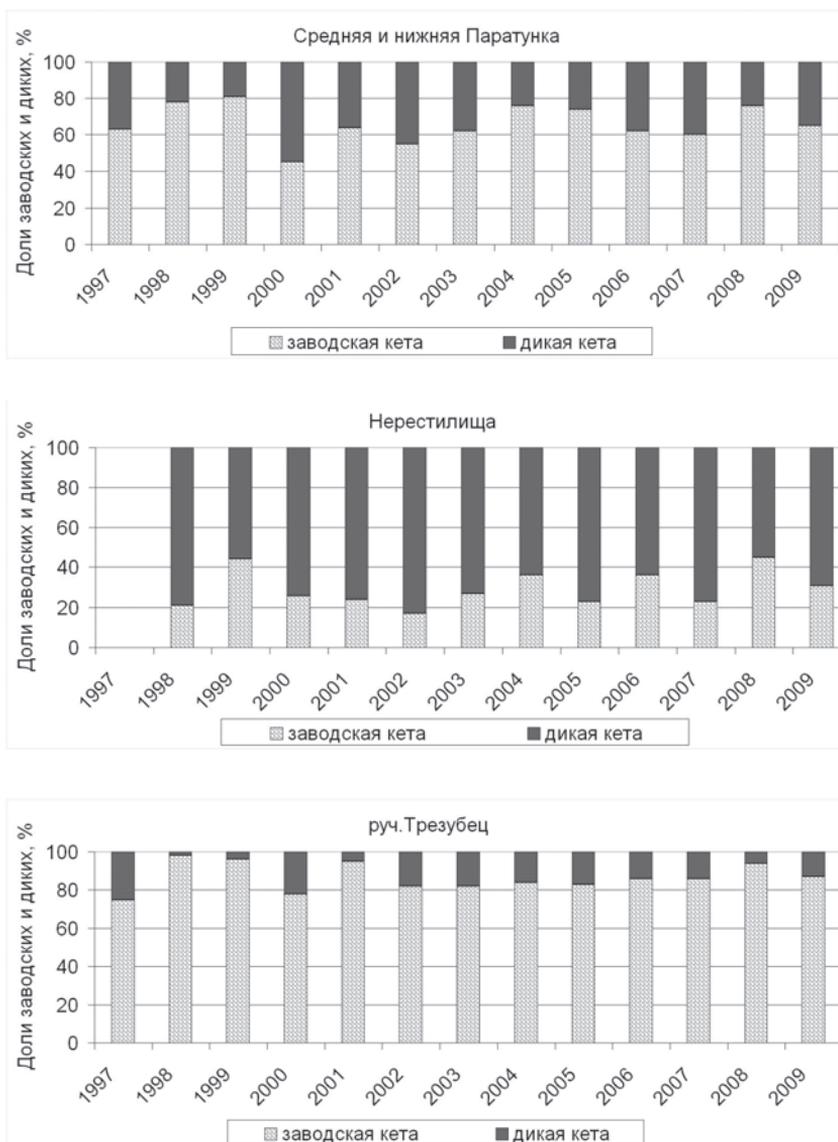


Рис. 36. Соотношение кеты заводского и естественного происхождения на разных участках р. Паратунки в 1997-2009 гг.

Этот процесс связан, как с масштабным браконьерским промыслом в реке, включая нерестилища, так и с преимущественной закладкой икры на инкубацию для этого завода в низовьях р. Паратунки.

Дифференциация производителей, зашедших в руч. Трезубец к Паратунскому ЛРЗ, показала, что доля диких рыб там изменялась от 2 до 25%. Преобладание заводской кеты (75-98%) у ПЛРЗ в течение ряда лет – явление вполне нормальное. Это свидетельствует о создании заводского стада (Фото 24, вкладка). Примесь же диких рыб, подходящих к заводу, наиболее вероятно можно объяснить двумя причинами. Во-первых, часть из них увлекается вместе с массой заводских в самый пик хода (и это соответствует данным идентификации производителей). Такого рода стайные взаимодействия вполне реальны. С позиций этологии их можно классифицировать как реакции подражания (Дьюсбери, 1981).

Во-вторых, некоторое количество производителей в конце нерестового хода рыбоводы обычно пропускают в верховья руч. Трезубец, снимая рыбоучётное заграждение. Потомство этих рыб, отнерестовавших в естественных условиях, скорее всего, также приходит в родной ручей. Вполне вероятно, что таким образом и возникает вторая «волна» примеси диких рыб среди заводских, которая может и не быть стрейнгом.

Значительное число заводских рыб в местах естественного нереста - весьма негативный аспект влияния искусственного разведения на общее воспроизводство лососей. Следствием этого является смешанный нерест. В условиях современного браконьерства, когда на нерестилищах р. Паратунки на одну живую самку приходится в среднем 4-6 самцов, а порой – более 100, даже если эта самка заводская, вероятность оплодотворения

её дикими самцами достаточно велика. Потомство, полученное при смешанном нересте, по данным американских коллег (Berejikian et al., 1997, 2001; Reisenbichler, Rubin, 1999) может обладать пониженной пригодностью для естественного воспроизводства. С другой стороны, даже само присутствие на естественных нерестилищах «чужих» (заводских) самцов может снижать эффективность нереста диких, усиливая конкуренцию за самок. Увеличение доли заводских рыб свыше 10-12% влечёт негативные последствия: уменьшение генотипического разнообразия стад, ухудшение качественных характеристик особей и повышение риска деградации популяций (Gharrett, Smoker, 1994; Fuss, 1995; Heard et al., 1995; Pearsons, Hopley, 1999; Kostow, 2000, 2008; Kostow et al., 2003). По мнению Р. Вильямса и его коллег (Williams et al., 2003), масштабные выпуски молоди заводских лососей и последующие их возвраты представляют угрозу для диких и не способствуют сохранению естественных популяций. Так, в р. Колумбии доля рыб искусственного воспроизводства в возвратах на нерест в последние годы составляет 80%, что вызвано значительным переловом диких лососей рыболовными хозяйствами. В то же время известно, что жизнестойкость и продуктивность заводских рыб (в том числе, на этапе нереста) в естественной среде ниже, чем диких (Fleming, Petersson, 2001; Levin, Williams, 2002; Williams et al., 2003).

Влияние Типа Воспроизводства на Характеристики Возвращающихся Производителей

Для оценки влияния искусственного воспроизводства на качественные характеристики возвращающихся производителей использованы материалы, собранные в результате ихтиологических съёмок на юго-восточной Камчатке - в бассейнах водоёмов Авачинского залива (26 тыс. экз. кеты) и на западной Камчатке - в бассейне р. Большой (18 тыс. экз. нерки и 5 тыс. экз. чавычи) в период 1990-2009 гг.

Кета

В бассейне р. Паратунки мы сравнили биологические показатели кеты разного происхождения: возраст, размеры и плодовитость (рис. 37 - 41).

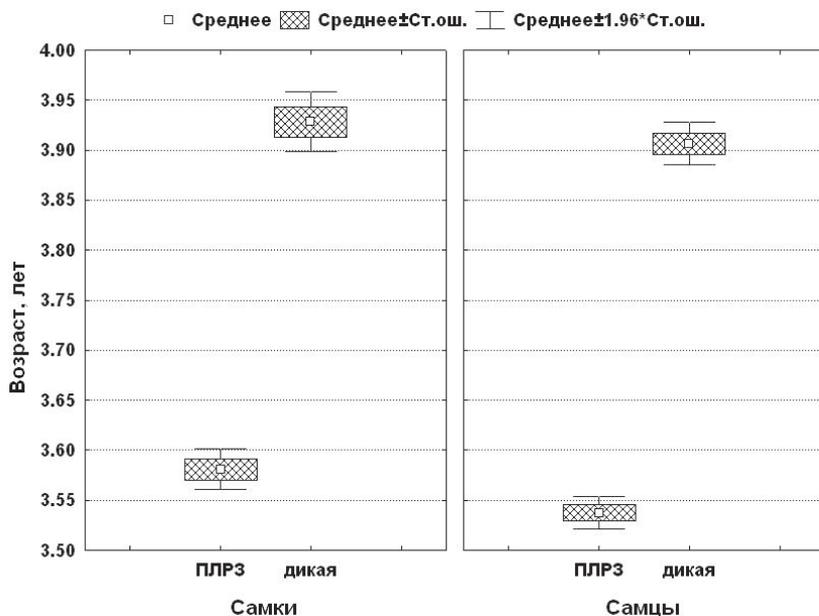


Рис. 37. Возраст кеты в бассейне р. Паратунки в период 1996-2009 гг.

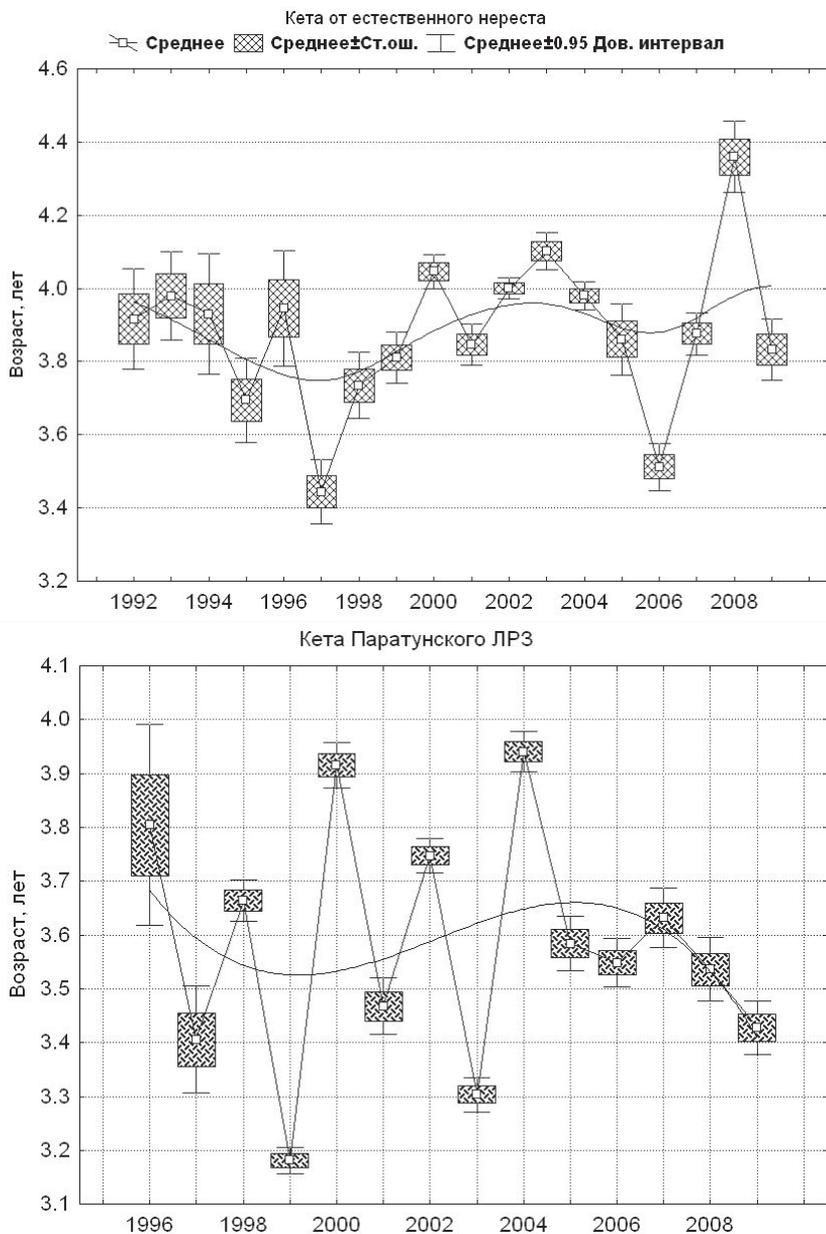


Рис. 38. Динамика возраста кеты разного происхождения в бассейне р. Паратунки в период 1996-2009 гг.

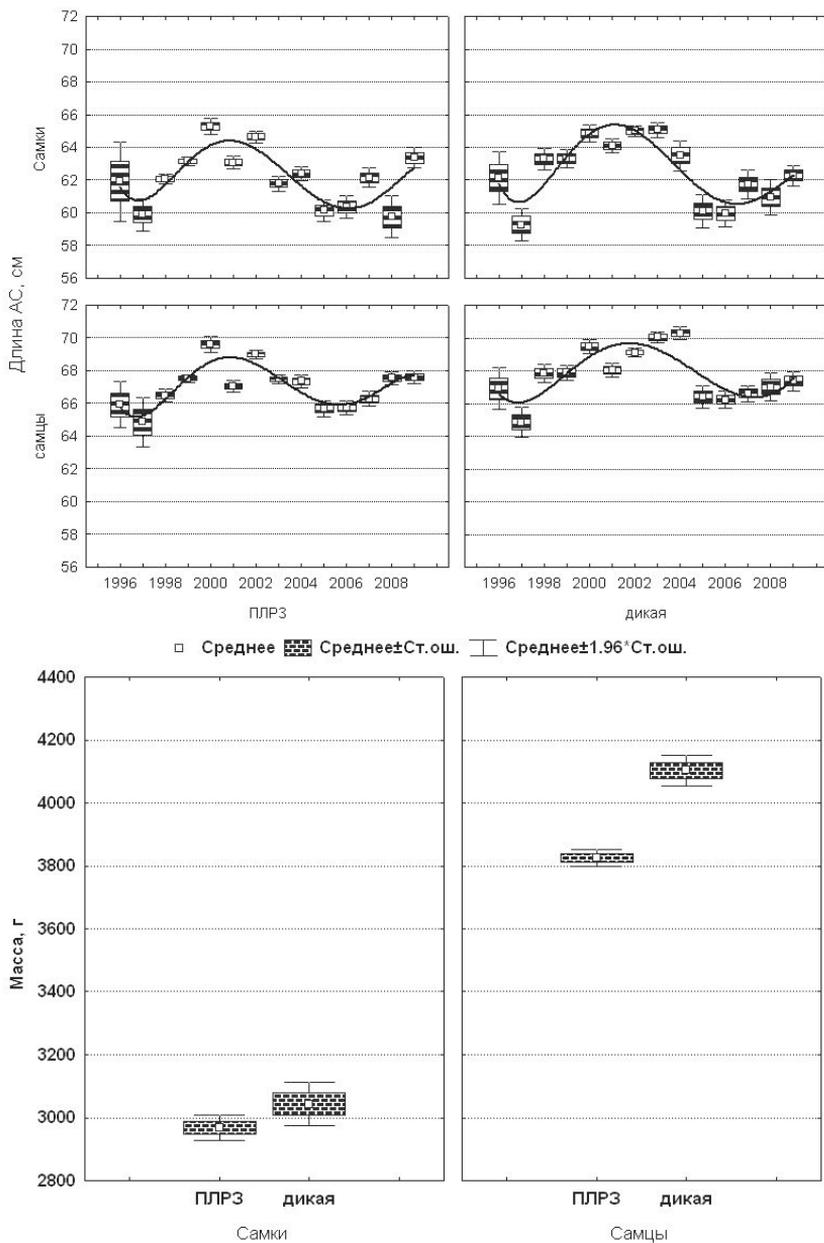


Рис. 39. Размеры и масса кеты разного происхождения в бассейне р. Паратунки в 1996-2009 гг.

На представленных рисунках видно, что и самцы и самки кеты естественного происхождения в р. Паратунке достоверно ($p < 0.001$) старше заводских, причём наиболее заметно омоложение выращенных рыб в последние годы (рис. 38). Межгодовая динамика размеров (и массы) рыб разного происхождения имеет сходный характер, различия по этим показателям достоверны лишь для самцов (рис. 39): заводские мельче диких ($p < 0.001$); плодовитость самок не различается.

В р. Аваче заводские самцы, как и в р. Паратунке, достоверно моложе и мельче диких (рис. 40); плодовитость самок разного происхождения не различается.

Вилюйский ЛРЗ постоянно использовал в качестве донорской популяцию кеты р. Паратунки. Мы сравнили возраст производителей, возвращающихся в оз. Б. Вилюй и диких из р. Паратунки (рис. 41). Как самцы, так и самки ВЛРЗ достоверно младше паратунских ($p < 0.0001$).

Таким образом, в реках Паратунке, Аваче и в оз. Б. Вилюй происходит процесс омоложения заводских популяций. Средний возраст заводского возврата кеты (в р. Паратунке - 3.55 ± 0.01 , в оз. Б. Вилюй - 3.77 ± 0.01 , в р. Аваче - 3.83 ± 0.01 года) достоверно меньше ($p < 0.001$), чем у производителей, мигрирующих к естественным нерестилищам (3.91 ± 0.01 года). Различия эти максимальны для Паратунского ЛРЗ, где выше температура подращивания молоди и, соответственно, больше её масса на выпуске. В то же время, ускорение созревания и возврата на нерест более выражено у заводских самцов кеты, чем у самок, на всех трёх ЛРЗ восточной Камчатки.

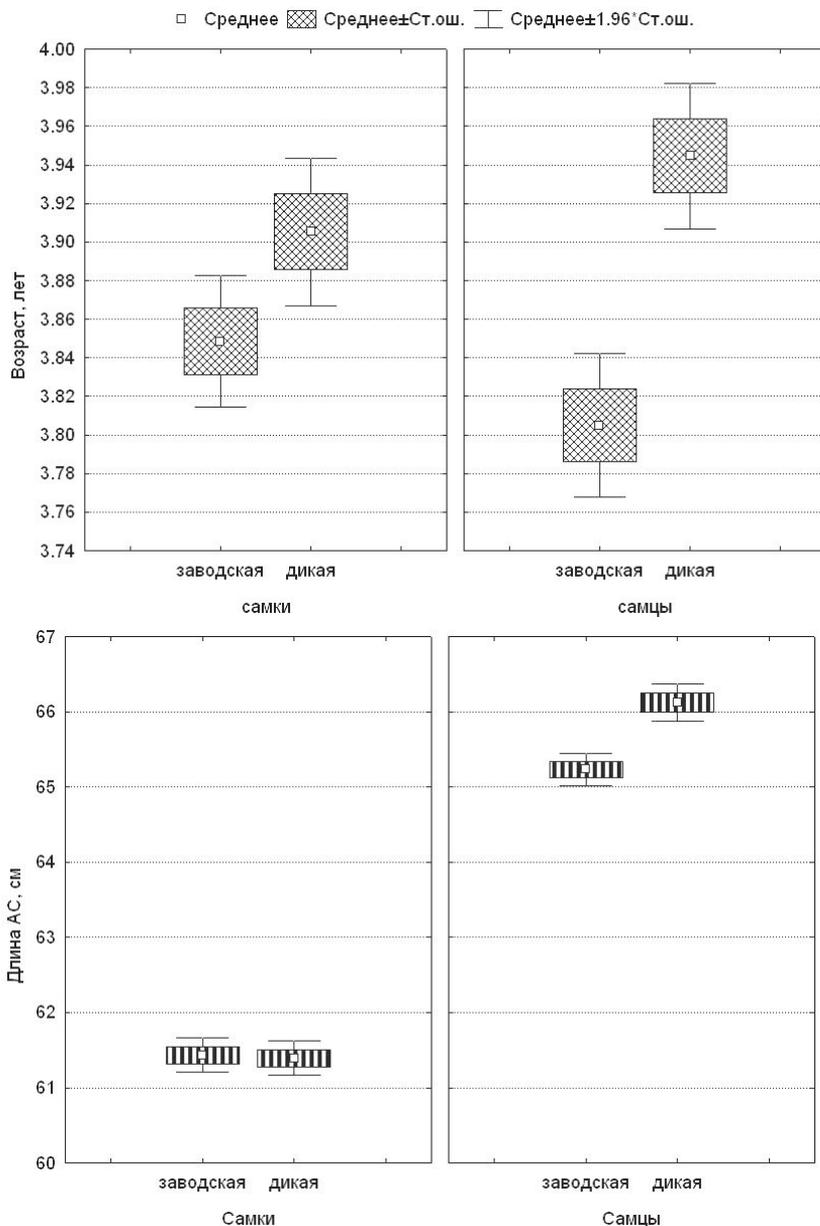


Рис. 40. Возраст и размеры производителей кеты разного происхождения в бассейне р. Авачи в 1997-2009 гг.

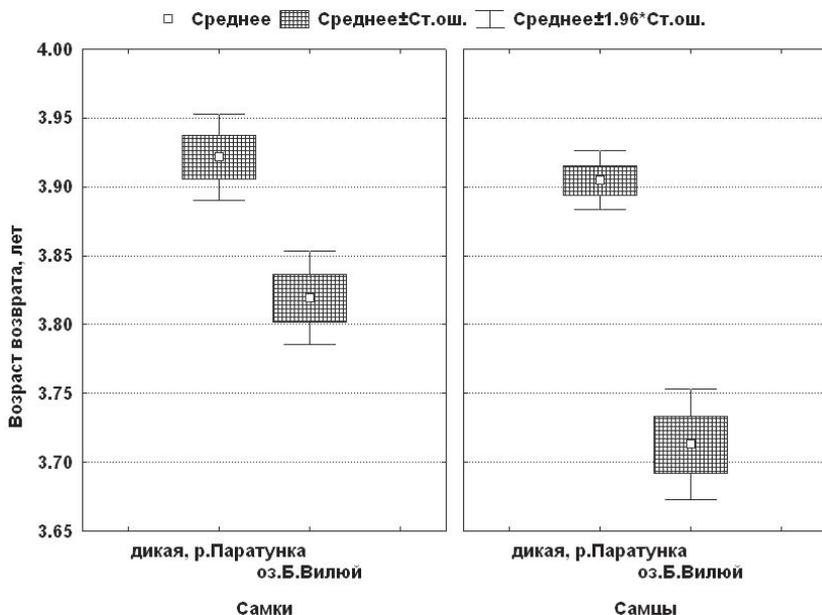


Рис. 41. Возраст производителей кеты из оз. Б. Вилуй (ВЛРЗ) и естественного воспроизводства из р. Паратунки (дикие) в период с 1995-2007 гг.

Подтверждением того, что акселерация развития молодежи кеты посредством повышения температуры воды при выращивании (7°C) заметно уменьшает возраст возврата производителей служат также результаты воспроизводства этого вида на Паратунской экспериментальной базе (ПЭБ) КамчатНИРО в 1988-1997 гг. (рис. 42). За этот период возраст возвращающихся на ПЭБ производителей уменьшился с 3.9 до 3.1 года.

Для заводской кеты из р. Паратунки характерно не только её омоложение, но и упрощение возрастной структуры возврата: 95% заводских производителей приходит на нерест через 3 и 4 года (почти в равных долях), а у дикой – около 80% возвращается в возрасте 4 года и более. Для заводской кеты характерно также

уменьшение количества возрастных классов, в данном случае - с 6 до 4. Кроме того, у дикой кеты распределение по возрастным группам гораздо ближе к нормальному: асимметрия этого показателя у рыб от естественного нереста близка к 0 (0.07) и эксцесс положителен (0.23), а у заводских - асимметрия явно выражена (0.36) и эксцесс отрицателен (-0.52). У последних гистограмма распределения имеет два модальных класса (рис. 43).

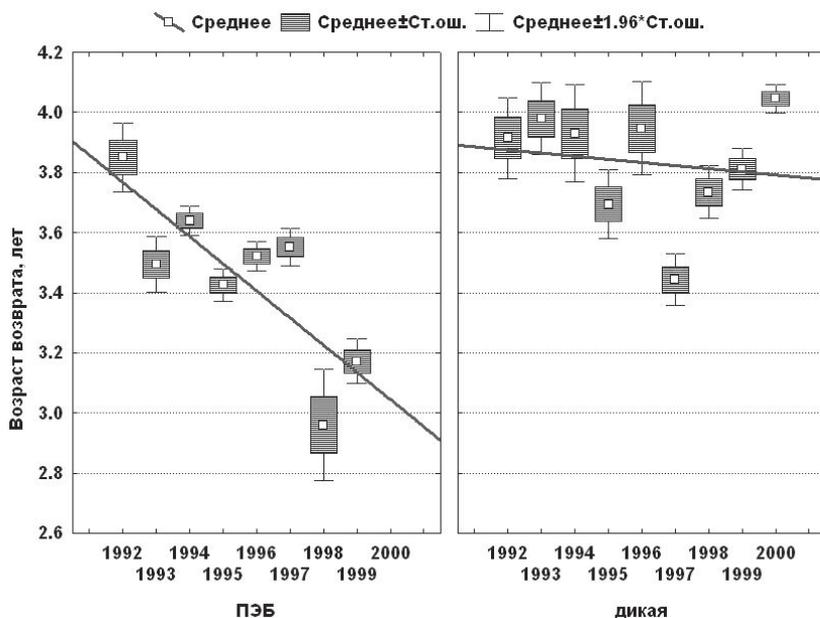


Рис. 42. Изменение возраста возврата кеты на Паратунскую экспериментальную базу (ПЭБ) и естественные нерестилища р. Паратунки в 1992-2000 гг.

Кета, возвращающаяся к ЛРЗ «Озерки» в 1996-2010 гг., в среднем не отличалась по возрасту от дикой стада р. Большой (~3.7 года), в то же время, средняя длина АС заводских рыб (66.9 ± 0.1 см) значительно больше ($p < 0.0001$), чем у естественно нерестующих (64.7 ± 0.1 см),

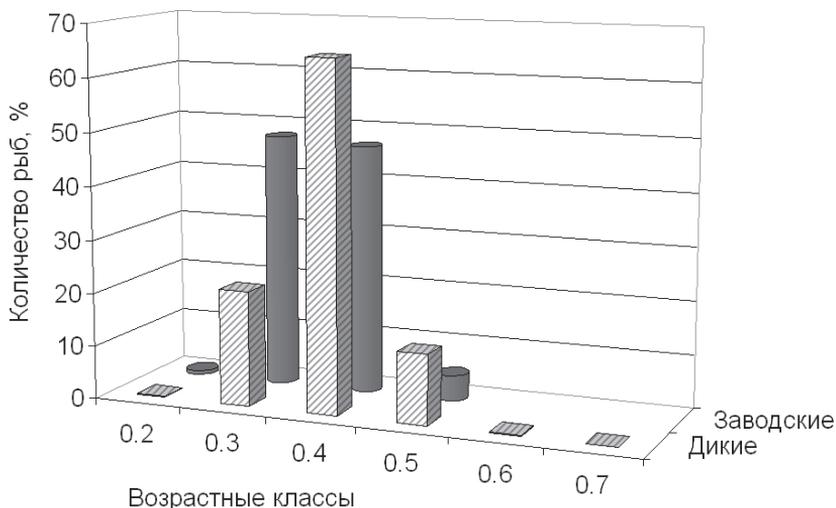


Рис. 43. Возрастная структура стад заводской и дикой кеты р. Паратунки в 1996-2009 гг.

а масса заводских самцов⁶ (3.66 ± 0.02 кг), наоборот – меньше ($p < 0.0001$), чем диких (3.87 ± 0.01 кг). Наиболее вероятным объяснением этому может быть недостаточно аккуратное выполнение биологического анализа производителей, подошедших к ОЛРЗ.

В выборках кеты из р. Большой обычно 3-5 возрастных класса, а у заводских рыб ОЛРЗ - 2-3, что может быть связано с влиянием искусственного воспроизводства, вызванным селективным отбором производителей для закладки.

⁶ Самок до отбора икры на ЛРЗ «Озерки» рыбоводы не взвешивают, а определяют только массу поротых, поэтому анализ показателей массы самок выполнить невозможно.

Нерка

Для размерных показателей нерки ОЛРЗ характерны те же закономерности, что и для кеты: производители у этого завода крупнее, чем в р. Большой. Поскольку для воспроизводства нерки на ОЛРЗ в качестве донорских используют популяции из рр. Ключёвки и Быстрой, проведено статистическое сравнение размеров и возраста производителей из этих водоёмов. Анализ показал, что самки и самцы, пойманные у ЛРЗ «Озерки», достоверно ($p < 0.0001$) крупнее таковых из рр. Большой, Быстрой и Ключёвки (рис. 44).

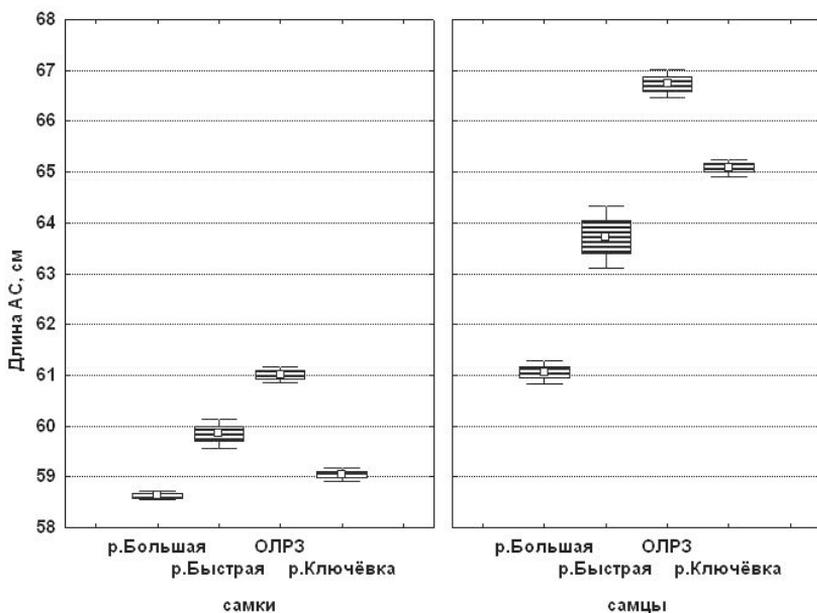


Рис. 44. Сравнение длины производителей нерки, пойманных в рр. Большой, Быстрой, у ЛРЗ «Озерки» и в р. Ключёвке (ниже Малкинского ЛРЗ) в период 1996-2010 гг.

Возраст возврата самок нерки к ОЛРЗ меньше, чем в р. Большую, а самцов – больше ($p < 0.0001$), в то же

время, нет достоверных различий по этому показателю с производителями из р. Быстрой. Особи этого вида обоего пола, возвращающиеся в р. Ключёвку (к МЛРЗ), моложе всех ($p < 0.00001$) (рис. 45).

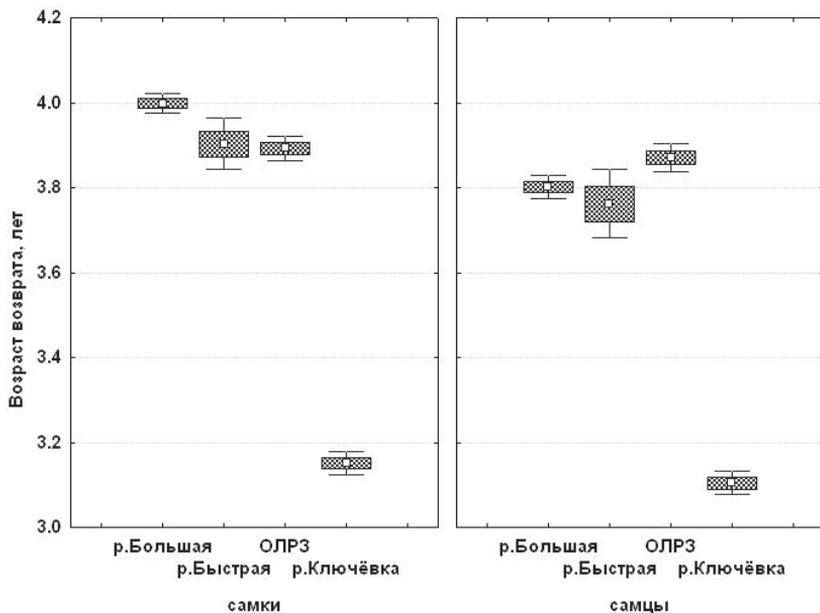


Рис. 45. Возраст возврата производителей нерки, пойманных в рр. Большой, Быстрой, у ЛРЗ «Озерки» и в р. Ключёвке (ниже Малкинского ЛРЗ) в период 1996-2009 гг.

Изучение динамики возраста возврата в период 1997-2009 гг. (рис. 46) выявило, что этот показатель у рыб из р. Быстрой (в исходной для обоих заводов популяции) в среднем мало меняется со временем, для производителей ЛРЗ «Озерки» можно отметить несколько больший отрицательный тренд, а у нерки, возвращающейся к Малкинскому ЛРЗ, происходит явное омоложение.

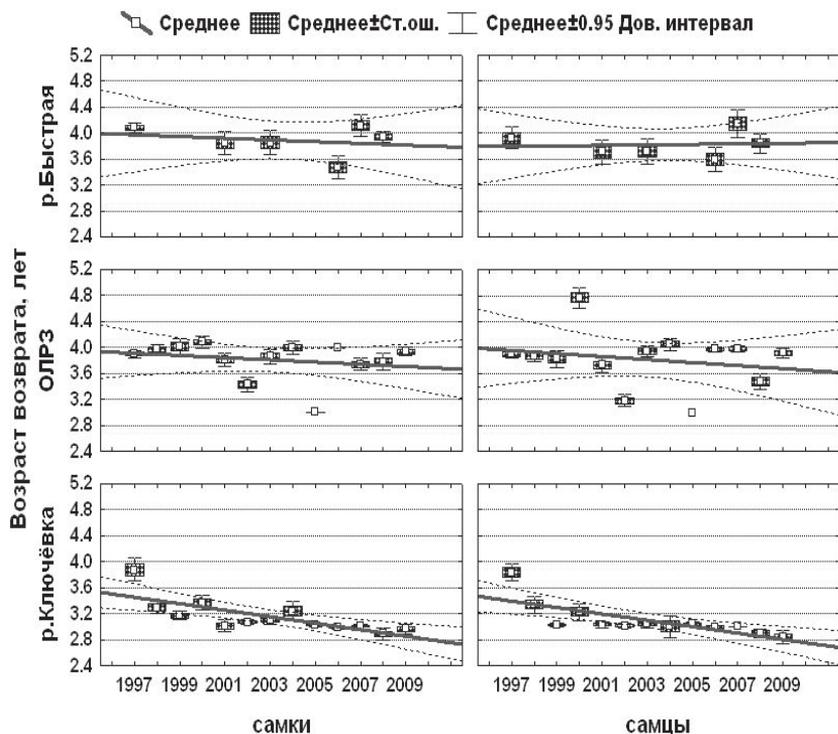


Рис. 46. Динамика возраста возврата нерки в р. Быструю, к ЛРЗ «Озерки» и в р. Ключёвку (к Малкинскому ЛРЗ) в 1997-2009 гг.

Причём ускоряется не только скат молоди из реки в море (рис. 47 вверху), но и созревание в океанических водах (рис. 47 внизу) за счёт акселерации развития на ранних этапах онтогенеза.

Ранее показано, что выращивание нерки на Малкинском ЛРЗ до массы в 4-5 г, при соблюдении основных технологических параметров, обычно позволяет получать полноценных смолтов ко времени ската дикой молоди (Запорожец, Запорожец, 2003, 2004б).

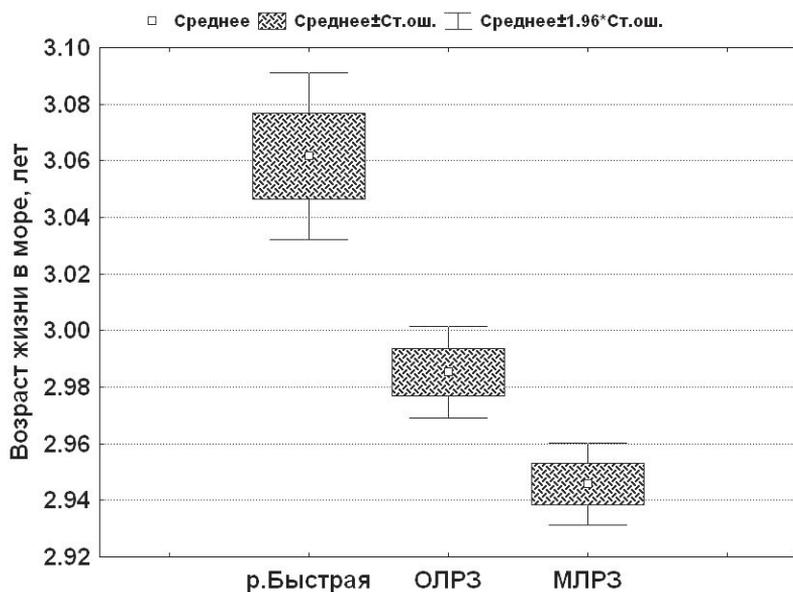
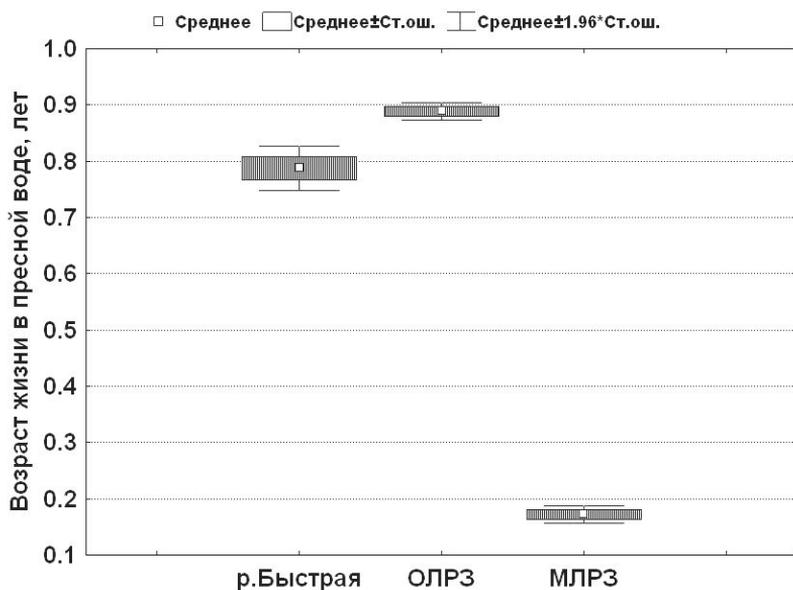


Рис. 47. Возраст жизни нерки р. Быстрой и ЛРЗ «Озерки» и Малкинского в пресной (вверху) и морской воде (внизу) в период 1996-2009 гг.

В таком случае, малкинская нерка в основном уходит на морской нагул сеголетками, а дикая – годовиками. Поскольку в начале 1990-х гг. молодь выпускали с массой 1-2.5 г, значительная часть её не скатывалась в первый год, поэтому и возраст возврата был около 4 лет. В последующие годы, когда нерку стали выпускать более крупную, и она быстро уходила в море, возраст возврата приблизился к трём годам. В последние годы стало уменьшаться и время пребывания в море (рис. 47 внизу). Отметим, что размеры заводских рыб, взятых на анализ рыбоводами МЛРЗ, за эти годы снизились незначительно (рис. 48).

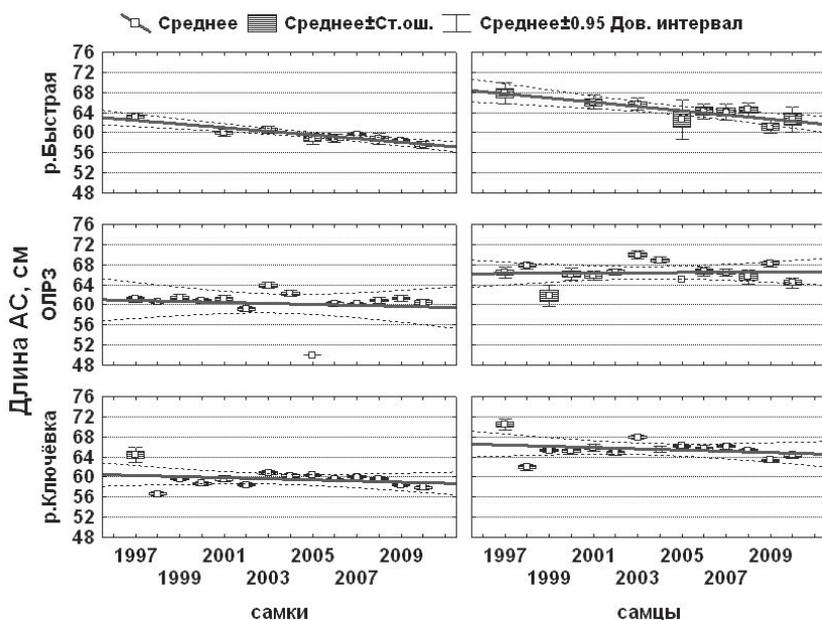


Рис. 48. Динамика размеров производителей нерки в р. Быстрой, у ЛРЗ «Озерки» и в р. Ключёвке (Малкинский ЛРЗ) в 1997-2010 гг.

Чавыча

Исследование такого же ряда показателей чавычи, пойманной у Малкинского ЛРЗ и в рр. Быстрой и Большой в 1996-2009 гг., выявило различия среднего возраста возврата, причем омоложение заводских рыб, особенно самок, шло гораздо быстрее, чем в исходной популяции - р. Быстрой, а тем более - в р. Большой. По этим данным косвенно можно судить о степени влияния искусственного воспроизводства на смешанные стада рыб.

Акселерация роста молоди на Малкинском ЛРЗ с помощью подогретой воды заметно сказывается и на показателях возвращающихся производителей чавычи - происходит ускорение полового созревания и снижение среднего возраста возврата (3.20 ± 0.04 г.), по сравнению со стадом всего бассейна (3.84 ± 0.02 г.) ($p < 0.00001$) и с исходной дикой популяцией. Этот процесс наиболее выражен у самок малкинской чавычи (рис. 49 вверху). Заметно падают и размеры рыб, в частности, самок (рис. 49 внизу).

При линейной аппроксимации изменения средней длины рыб со временем ($y = a + bx$), коэффициент «b» при переменной «x» показывает, что скорость уменьшения размеров самок чавычи Малкинского ЛРЗ (-1.045) в полтора раза выше, чем в общем стаде р. Большой (-0.702) и втрое, чем в исходной популяции (-0.373), обитающей в верхней части её притока - р. Быстрой.

Данные, характеризующие самцов чавычи труднее анализировать из-за тенденциозного отбора производителей для воспроизводства на ЛРЗ, при котором сотни мелких самцов выпускают выше рыбоучётного загрязнения, а забирают только крупных.

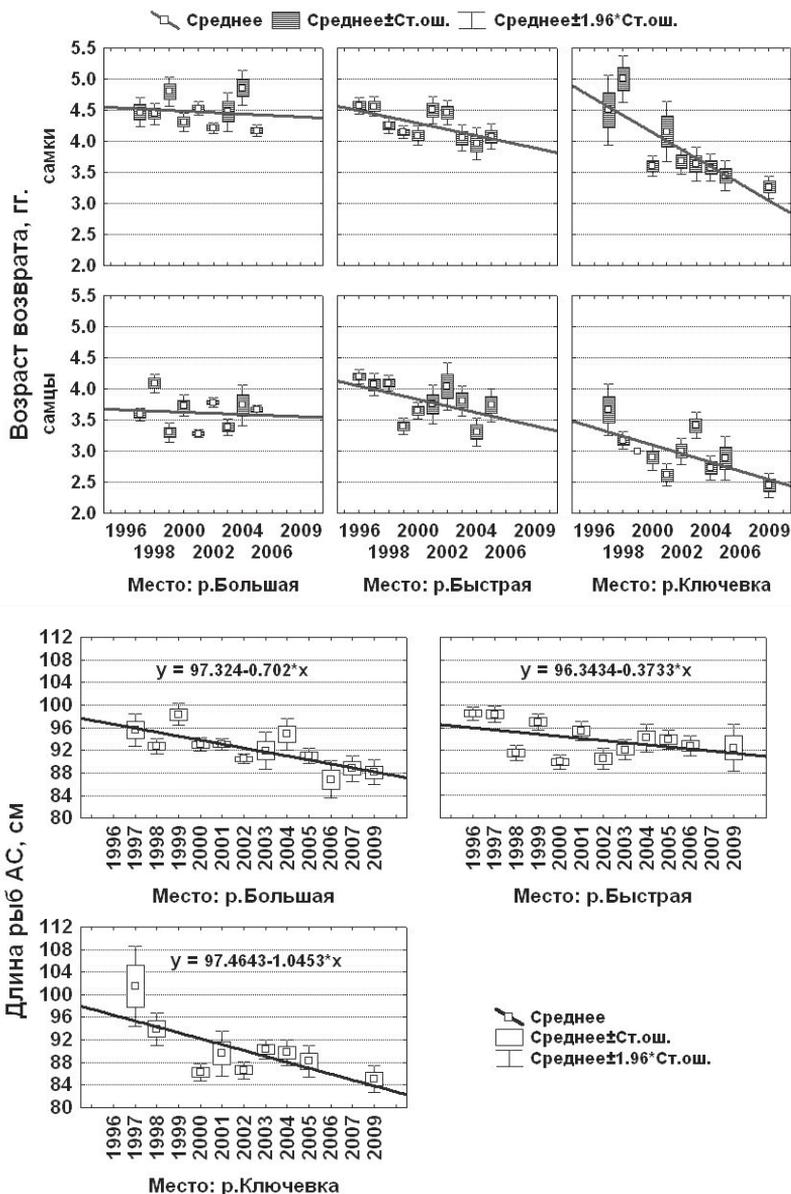


Рис. 49. Возраст возврата чавычи (вверху) и размеры самок (внизу) в рр. Большой, Быстрой и в р. Ключевке (у Малкинского ЛРЗ) в 1997-2009 гг.

В 2009 г. нам удалось изучить размеры тех и других, они различались очень существенно: рыбы, отобранные для воспроизводства, имели длину АС - 75.9 ± 1.2 см и общий возраст 2.94 ± 0.13 года, а пропущенные вверх - 58.5 ± 1.8 см, 2.05 ± 0.01 года, соответственно ($p < 0.00001$). Значения же объединённой выборки, реально отражающей характеристики заводских производителей чавычи в 2009 г., были следующими: длина АС - 61.6 ± 0.4 см и возраст возврата - 2.17 ± 0.02 года. То есть, несмотря на ежегодную выбраковку мелких самцов, они вновь появляются в возврате. Это свидетельствуют о несовершенстве применяемой на МЛРЗ технологии воспроизводства чавычи. Ранее нами показано, что с ростом массы (и размеров) выпускаемой молодежи коэффициент возврата уменьшался, а также падала средняя масса самок (Запорожец, Запорожец, 2004а). Теперь выявлено, что подобный процесс характерен для самцов, причём ещё в большей степени.

В результате пропуска молодых мелких самцов в верховья реки могут происходить скрещивания на естественных нерестилищах с самками заводских и диких рыб, потомство от которых считается «диким» и может влиять на динамику показателей смешанного стада.

Влияние искусственного воспроизводства на биологические характеристики возвращающихся производителей отмечали и другие исследователи. Например, при повышении температуры выращивания чавычи увеличивалась доля рано созревающих самцов – «джеков» (Heath et al., 1994). Также известно, что заводские лососи созревают раньше диких и возвращаются более мелкими (Рослый, 2002; Daugherty et al., 2003; Knudsen et al., 2006).

Одним из последствий специфических условий искусственного воспроизводства является *обеднение биологического разнообразия*, в частности, сужение возрастной структуры

возврата, проявляющееся в значительном уменьшении количества возрастных классов. Например, у нерки в низовьях р. Большой отмечено до 17 возрастных групп, у заводских рыб – вдвое меньше, а в отдельные годы – лишь 1-2; у чавычи из р. Большой – 15 возрастных классов, в р. Ключёвке их количество снижается до 10, а в отдельные годы – до 2.

Применив информационный подход, предложенный Плохинским (1980), для оценки разнообразия возрастной структуры рыб разного происхождения, мы посчитали их энтропии (E_x) по формуле Шеннона (Shannon, 1948):

$$E_x = -\sum_{i=1}^m (p_i \times \log_2 p_i)$$

где: p_i – доля i -го класса в совокупности, а m – число классов. Оценка величины энтропии разнообразия возрастной структуры нерки показала, что у заводских рыб этот показатель составляет 0.98 ± 0.52 (ЛРЗ «Озерки») и 0.85 ± 0.73 (Малкинский ЛРЗ), что вдвое ниже, чем у диких – 1.85 ± 0.51 ($p < 0.0013$).

Сходная картина характерна и для чавычи, хотя различия менее выражены.

При заводском подращивании атлантического лосося также показано уменьшение разнообразия возрастной структуры (количества возрастных классов) в 1.5 раза, снижение возраста возврата – значительное увеличение (в 2 раза) доли производителей, возвращающихся после 1 года морского нагула, уменьшение массы производителей и икры, снижение плодовитости, смещение сроков хода (Зубченко, 1997).

Уменьшение биоразнообразия снижает устойчивость популяций к различным неблагоприятным факторам, а экологические риски при этом растут. Достаточно 1-2 сбоев в работе рыбоводного завода, чтобы это заметно сказалось на динамике численности лососей в его базовом водоёме.

Проблемы Искусственного Воспроизводства Тихоокеанских Лососей на Камчатке

Искусственное воспроизводство лососей на Камчатке относительно невелико, по сравнению с естественным. Доля заводских рыб не превышает 0.5% от суммарных подходов производителей тех же видов. Снижение запасов лососей в ряде водоёмов, обусловленное массивным антропогенным воздействием на биоту, заставляет очень взвешенно подходить к эксплуатации и воспроизводству этих ценных ресурсов.

Камчатское лососеводство, возникшее в условиях планового хозяйства, до сих пор остаётся таковым, а рыбоводные заводы, по сути, являются традиционными «фабриками по производству рыбы», основная цель которых заполнение производственных мощностей и выполнение плана по выпуску стандартной молоди. Дальнейшая судьба этих рыб и их взаимодействие с другими компонентами экосистем не входит в круг задач заводского воспроизводства. Именно с этим связано большинство возникающих проблем.

На восточно-камчатских лососевых рыбоводных заводах, в связи со значительным браконьерством в реках и невозможностью вылова достаточного количества рыб вблизи заводов для выполнения плана, рыболовецкие станы выносят как можно ближе к устьям базовых водоёмов (Фото 25, вкладка), где лососей естественного происхождения гораздо больше, чем у ЛРЗ. Пойманные в низовьях производители в большинстве своем ещё не зрелые. Их подолгу выдерживают в небольших садках (Фото 22 - Фото 26, вкладка), плотность посадки в ко-

торых 20 взрослых рыб, массой 3-5 кг, на 1 м², что в несколько раз превышает наблюдаемую в преднерестовых скоплениях – 4-5 производителей (кеты, нерки) на 1 м² (Фото 27). Излишняя скученность рыб в заводских садках (Фото 28, вкладка) приводит к травмированию, поражению сапролегнией, увеличению смертности (Фото 29, вкладка), снижению качества половых продуктов, повышенному отходу икры на стадии инкубации и последующему снижению жизнестойкости молоди. Например, в 2006 г. отлов и выдерживание в садках незрелого кижуча для закладки на ЛРЗ «Кеткино» привели к весьма значительной смертности этих производителей (59%), а затем и повышенному отходу икры при инкубации (24%). В годы с малым количеством осадков увеличивается смертность производителей в садках, расположенных на мелководье, из-за дневного прогрева воды в августе. Хотя на западно-камчатских ЛРЗ производителей отлавливают в реке более зрелыми, количество рыб и там остается лимитирующим фактором в выполнении планов по закладке икры на инкубацию. Браконьерский промысел лососей на путях их нерестовых миграций (в том числе, сотрудниками ЛРЗ) является одной из проблем, препятствующих созданию стад вблизи заводов.

Серьезной экологической проблемой являются *межбассейновые перевозки икры*, которые долгое время осуществлял Вилюйский завод и продолжают - ЛРЗ «Озерки» и «Кеткино». Это во многом определяет низкие возвраты лососей к заводам - из-за нарушения хоминга вселенцев. Такой вывод многократно подтвержден разнообразными российскими и зарубежными исследованиями в аналогичных ситуациях (Bugert et al., 1997; Hedrick et al., 2000; Кудерский, 2001; Артамонова

и др., 2002). Другая разновидность перевозок, при которой икру для инкубации с одного завода (например, Малкинского ЛРЗ) перемещают на другие (КЛРЗ и ОЛРЗ) для выполнения производственных планов, а затем молодь – обратно, для выпуска в исходный водоём, также является одним из проявлений отсутствия экосистемного подхода. В результате, такая молодь, выросшая на воде с иным химическим составом и другой температурой, с большим трудом адаптируется к естественным условиям после выпуска, а выживаемость и хоминг её будут понижены. Есть примеры подобных действий в бассейне р. Колумбии, когда выпускали миллионы заводских мальков в другую реку, и они все погибали по причине отсутствия иммунитета к местной микрофлоре (Williams et al., 2003).

Из-за трудностей формирования заводского стада рыбоводы вынуждены снова и снова завозить икру с других водоёмов. Разорвать этот «заколдованный круг» можно, только *постепенно наращивая численность местной популяции*, эволюционно адаптированной к специфическим климатическим, гидрохимическим, биотическим и иным условиям данного водоёма. Поэтому производственные планы для подобных заводов должны быть достаточно гибкими, их надо постоянно корректировать в связи с изменяющейся ситуацией; нельзя форсировать мощности по закладке в условиях дефицита производителей.

В свою очередь, отлов диких производителей в других водоёмах для закладки икры на ЛРЗ влечет снижение численности донорских популяций, как это происходит с кетой р. Паратунки, неркой и чавычей р. Быстрой. С целью *максимального использования производственных мощностей и выполнения плана* рыбоводы вылавливают

производителей во всё более удалённых от завода местах, и создают при этом препятствия для прохода рыб на нерест, перекрывая реки забойками, либо сетями. Рыбоводным заводам необходимо ориентироваться на эксплуатацию только своих заводских стад, а объёмы инкубируемой икры должны зависеть от численности нерестовых подходов.

Нацеленность администрации лососевых рыбоводных заводов на выполнение производственных планов любой ценой можно отнести к числу системных проблем, причём не только на Камчатке. Одним из заметных последствий этого является стремление в некоторых случаях значительно, а иногда полностью ограничить промышленный, спортивный и иной легальный лов лососей в устьях рек и морском побережье, для возможно полной закладки заводами икры на инкубацию. Это, фактически, делает бессмысленной саму деятельность заводов – ведь в таком случае ресурсы, которые они должны воспроизводить, используются только для самого процесса разведения и не более того. Похожие ситуации возникали в Северной Америке ещё в конце XIX в. – приоритетный отлов лосося для рыбоводных целей, в ущерб рыболовству (Taylor, 1999).

После отлова производителей, выдерживания в садках и проведения искусственного оплодотворения икру перевозят со станов на заводы на разные расстояния, в зависимости от удалённости пунктов её сбора. При транспортировке в условиях камчатского бездорожья увеличивается отход икры, как, например, на ЛРЗ «Кеткино» в 2002 г. (19%). Это тоже одно из следствий нехватки производителей вблизи ЛРЗ из-за отсутствия созданного заводом стада.

На стадии инкубации проблемой большинства кам-

чатских ЛРЗ является заиливание икры в связи с несовершенством фильтрационных систем водоподготовки (Фото 30, вкладка). Это приводит к блокированию транспорта растворённого кислорода через мембрану яйцеклеток и влечет за собой повышенные отходы, а в некоторых случаях, размягчение оболочек и сапролегиноз (Карманова, 2002; Карманова и др., 2002).

При искусственном разведении лососей используют железобетонные сооружения и различные металлоконструкции (см. Фото 12, 14, вкладка), которые заметно ослабляют и искажают действие магнитного поля Земли, а работающие электроагрегаты вызывают значительные электромагнитные возмущения, что резко отличается от естественных условий нереста и развития дикой молоди лососей. Совокупное воздействие этих факторов влияет на процесс онтогенеза в условиях индустриального рыбоводства, где десинхронизация биоритмов сопутствует хроническому стрессу и влечет многочисленные нарушения метаболизма, и снижение жизнестойкости выращиваемой молоди лососей (Запорожец, 1992, 2006; Запорожец, Запорожец, 1990).

К числу существенных стратегических просчётов при проектировании ЛРЗ следует отнести нехватку воды нужной температуры в период её максимального потребления (перед выпуском молоди). Вследствие этого на заводах весной возникает дефицит кислорода в воде, что снижает жизнестойкость молоди и её осморегуляторные способности (Запорожец, Запорожец, 2004 б). Например, на Паратунском ЛРЗ концентрация кислорода в воде бассейнов опускается в апреле до 3-4 мг/л (при рекомендуемом минимуме - 7 мг/л, Канидьев, 1984). Ещё хуже была среда обитания рыб на Вилюйском ЛРЗ - в бассейнах нижнего уровня, в которые вода без очист-

ки поступала после её использования на верхнем. Вследствие этого, выращиваемую молодь во множестве поражала бактериальная жаберная болезнь. Так, в 2004 г. смертность молоди кижуча на ВЛРЗ по этой причине превысила 17% (Устименко, 2006).

Снижается качество воды и в мелких бассейнах на ЛРЗ «Кеткино и «Озерки» при недостаточном водообмене в них, когда упавший на дно корм размокает и разлагается вместе с фекалиями, забирая дополнительно кислород. Ручная чистка рыбоводных емкостей (при отсутствии автоматической) сильно стрессировывает рыб.

Важнейшую роль в рыбоводстве играют искусственные корма. От того, насколько они удовлетворяют потребности рыб в различных питательных веществах, макро- и микроэлементах, зависит выживаемость особей на ранних этапах онтогенеза и дальнейшая жизнестойкость. Для молоди лососей, выпускаемой на пастбищный нагул, это весьма актуально (Запорожец, 2006 б).

Каждый регион решает проблемы обеспечения кормами своих рыбоводных заводов по-разному: одни закупают корма в России или за рубежом, другие – производят их на месте. На Камчатке в 1980-е гг. использовали местные гранулированные корма влажного прессования. С 1993 г. на камчатские ЛРЗ стали завозить японские, американские и датские гранулированные корма, что повлекло ряд проблем: задержки с доставкой партий корма, из-за которых порой затягивалось начало кормления рыб, сложность оперативной корректировки поставок; несоответствие размеров стартовых гранул возрасту молоди и её массе; не всегда гарантированное качество ввозимых кормов; большие транспортные расходы, связанные с удалённостью Камчатки. К существенным недостаткам следует отнести также

отсутствие предварительных испытаний кормосмесей на разных видах лососей и на разных заводах с целью конкретизации рецептур и учёта местных условий, в том числе гидрохимических и температурных (Запорожец, Запорожец, 2006).

Качество применяемых в лососеводстве кормов влияет не только на скорость роста молоди, её жизнестойкость, но и на такую важную функцию организма рыб, как способность к поддержанию гомеостаза при переходе из пресной в морскую воду. Например, в 2000 г. на Малкинском ЛРЗ чавыча массой около 9 г, потреблявшая недоброкачественный американский корм (с перекисным числом вдвое превышавшим нормативное), ко времени выпуска с завода (ската естественной молоди) не была готова к жизни в море, судя по состоянию её осморегуляторной системы (Запорожец, Запорожец, 2004 б).

Обстоятельством, ухудшающим состояние рыб при выпуске с камчатских ЛРЗ, является несовершенство рыбоходов, имеющих, зачастую, резкие перепады уровня, на которых бьётся молодь. Ослабленных и травмированных мальков затем уничтожают хищные рыбы и птицы.

Одним из специфических аспектов взаимодействия заводских и диких лососей является перенос инфекции от одних популяций к другим (Pearsons, Hopley, 1999; Williams et al., 2003; Вялова, Шкурина, 2005; Bartholomew, 2010; Winton, 2010). Этот процесс, с одной стороны, связан с загрязнением рек, на которых стоят ЛРЗ, фекалиями, остатками заводских кормов, погибшей молодью и патогенными организмами, поселяющимися на этих питательных субстратах. С другой стороны, дикие рыбы, обитающие в реке, могут быть переносчиками

инфекции к заводской молодежи. Например, в результате бактериологических, вирусологических и паразитологических обследований заводской молодежи лососей на камчатских ЛРЗ выявлено большое количество патогенных и условно патогенных организмов (Карманова и др., 2002). Авторы считают, что эта инфекция попадает к заводским особям с водой из поверхностных естественных водоёмов, где обитают дикие рыбы. Перенос инфекции происходит также от взрослых производителей с их половыми продуктами (Вялова, 2000). Еще одним источником инфекции является искусственный корм, осеменённый грибами и бактериями (Карманова и др., 2002). Выявленные патогены отрицательно влияют на жизнестойкость заводских рыб.

Серьезная проблема, с которой столкнулось камчатское лососеводство - вирусное заболевание нерки (некроз гемопозитической ткани). Эта инфекция приводит к массовой смертности заводской молодежи (Рудакова, 2004). Так, в 2002 г. на Малкинском ЛРЗ погибло по этой причине 65% выращиваемых рыб, а в 2004 г. на ЛРЗ «Озерки» - 35% (3.2 млн экз.). В свою очередь, заводская молодежь после выпуска является переносчиком всевозможных патогенов к диким рыбам, контактирующим с ней в процессе конкуренции (за объекты питания и места обитания) и хищничества (Pearsons, Hopley, 1999).

Для сохранения достаточно хрупкого экологического равновесия между рыбоводными заводами и окружающей их естественной средой требуется наличие современных сооружений очистки воды, как поступающей на ЛРЗ, так и вытекающей в реки, которых нет до сих пор и они не предусмотрены в дальнейшем. Иначе заводы становятся резерватами и распространителями разнообразной инфекции в своих базовых водоёмах, а также

ядохимикатов, применяемых при дезинфекции бассейнов, и антибиотиков, вводимых в корма и в воду (Kevin, Joan, 2002; Gilles, 2002; Федорова, 2004).

Акселерация развития рыб, в том числе, с помощью повышения температуры, способствуя получению крупной молоди ко времени ската, в то же время оказывает влияние на качественные характеристики возвращающихся производителей и уменьшает их биоразнообразие (омоложение возврата и обеднение его возрастной структуры, снижение размеров взрослых рыб), ослабляя, таким образом, устойчивость к изменению факторов окружающей среды.

Еще одним обстоятельством, опосредованно воздействующим на состояние диких популяций, является весьма значительное изъятие из водоёмов производителей, возвращающихся к заводам, а также для целей заводского воспроизводства (Запорожец, Запорожец, 2008). Эти рыбы, которые должны нерестоваться и погибнуть в естественных условиях, потеряны как источник биогенов для трофической цепи данной экосистемы (Pearsons, Hopley, 1999).

Проблемы, с которыми сталкивается камчатское лососеводство, характерны и для других дальневосточных регионов России. В частности, это - нехватка производителей и трудности создания заводских стад в Хабаровском и Приморском краях, Магаданской области (Горяинов, 1998; Беляев и др., 2000; Семенченко, 2000; Сафроненков и др., 2005). Ситуация в Сахалинской области в этом плане, возможно, несколько лучше, однако переносить сахалинский опыт на Камчатку вряд ли имеет смысл, поскольку климатические и гидрологические условия слишком различны. Кроме того, реки там, в основном короче, что обеспечивает меньшие потери при

скате молоди и возврате производителей.

Объективным результатом деятельности ЛРЗ, исходя из их основных задач (восстановление и поддержание соответствующих ресурсов), является их вклад в общее воспроизводство в виде возвратов лососей в свои базовые водоёмы.

Существующая система рыбного хозяйства не ориентирует лососевые заводы на возврат производителей, которые, собственно, и являются искусственно воспроизводимой долей ресурсов, а только на выпуск молоди, значительная часть которой, как известно, погибнет. Лишь количество выпущенных рыб и их средняя масса служат плановыми показателями, за выполнение (а ещё лучше – перевыполнение) которых сотрудников ЛРЗ ежегодно поощряют премиями, а для достижения основной, но более далёкой цели – возврата производителей и восстановления ресурсов – материальных стимулов не предусмотрено. Поэтому ряд руководителей ЛРЗ не только вклад в промысел, но и возврат к заводу серьёзно не интересуется.

Регулярная оценка эффективности работы ЛРЗ, основанная на результатах мониторинга ската молоди и возврата производителей, (проводимого независимой от системы ЛРЗ структурой), должна служить инструментом для проверки технологических разработок и корректировки стратегии лососеводства в регионе. В свою очередь, для надёжного определения возврата необходима идентификация возвращающихся производителей, выполненная на основе репрезентативных выборок. В этом процессе исключительно велика роль отраслевой науки.

В то же время, при разработке перспективной рыбохозяйственной политики следует исходить из того, что

лососевые рыбноводные заводы являются лишь компромиссом, позволяющим уйти от решения экологических проблем, связанных с антропогенным воздействием на биоту, в том числе с переловами и незаконным промыслом ресурсов. С позиций экосистемного подхода, присутствие ЛРЗ в конкретном водоёме свидетельствует о наличии неустранённых угроз биоценозам (Ксенофонов, Гольденберг, 2008).

Камчатка – единственный регион Северной Пацифики, где воспроизводство тихоокеанских лососей осуществляется преимущественно за счёт естественного нереста (Фото 27, 31-34, вкладка), и важно сохранить имеющееся природное многообразие, не подменяя его искусственным разведением, поскольку последнее не способно достаточно эффективно пополнять лососевые ресурсы, не снижая при этом их разнообразие.

Заключение

Анализ состояния лососеводства в разных странах и регионах и показывает, что оно прошло долгий и трудный путь от простейшего уровня (инкубатор-питомник) до сложно организованных многоуровневых структур, в которые входят не только рыбоводные заводы и множество вспомогательных служб, но также менеджмент, наука и целые отрасли промышленности, обеспечивающие функционирование этой системы – производство кормов, рыбоводных бассейнов, другого инвентаря и т. д. и т. п. Однако приходится констатировать, что, наряду с успехами в восстановлении численности лососей в отдельных регионах Северной Пацифики, рыбоводные заводы в большинстве своём остаются лишь «фабриками для производства лосося», руководство которых зачастую не учитывает условия окружающей среды, куда выпускают молодь на пастбищный нагул. Отсутствие экосистемного подхода практически на всех уровнях организации искусственного воспроизводства приводит не только к низкой эффективности и провалам при достижении поставленных целей, но и нанесению заметного, а порой тяжёлого урона природным популяциям.

Оценка возвратов лососей, выращенных на камчатских ЛРЗ, показала, что вклад в промысел кеты максимален для Паратунского ЛРЗ, однако и он весьма далёк от запланированного. По численности возвратов нерки Малкинский ЛРЗ практически вышел на проектируемый уровень и коэффициент промыслового возврата лососей этого вида наиболее высок - 1.8%. Воспроизводство

иных видов и на других заводах неэффективно. Анализ экономических показателей камчатских ЛРЗ свидетельствует, что затраты на искусственное воспроизводство далеко не эквивалентны условной стоимости возвращающихся производителей. В большинстве случаев, с позиций, как экосистемного подхода, так и рационального использования ресурсов, разумнее охранять естественный нерест, а не тратить сотни миллионов рублей на искусственное воспроизводство, тем более что жизнестойкость заводской молоди ниже, чем дикой.

В то же время, имеются исключения, когда невозможно обойтись без поддержки практически исчезающих по разным причинам природных популяций. Но делать это следует очень грамотно, осторожно и постепенно, руководствуясь экосистемными принципами. Иначе выращенная рыба заметно отличается по своим качествам от дикой, и, конкурируя с последней, способствует деградации естественных популяций. Чтобы избежать этого, необходим тщательный мониторинг и анализ процессов, а также корректировка тактики восстановления лососевых ресурсов.

Печальный опыт лососеводства в бассейне р. Колумбии (Северная Америка) предупреждает: если мы не хотим повторения чужих ошибок, необходимо заботиться о состоянии диких популяций и выстраивать иную систему искусственного воспроизводства лососей, чем ныне существующая.

Хотелось бы, чтобы наша работа способствовала принятию оптимальных решений на разных уровнях.

Summary

The analysis of the state of salmon hatcheries in different countries and regions demonstrates that salmon artificial rearing has a long and hard way passed from simple level (incubator-rearing tank) to complicated multilevel structure, comprising hatcheries and many additional services, including management, scientific escort and functioning of several industrial branches to provide production of forages and various equipment for the hatcheries and so on. It should be assumed, nevertheless, that with the success in restoration of salmon stock abundance in particular regions within North Pacific the hatcheries in their majority are just «factories to produce salmon», where supervisors often neglect environmental conditions for juvenile at release for further ranching. Poor efficiency or failures in attaining former objects are not solely effects brought as a result of the absence of ecosystem approach to the artificial rearing, it also can bring visible harm, sometimes extensive, to natural populations.

The assessment of the hatchery salmon returns for Kamchatka indicates of maximal contribution of Paratunsky Hatchery to the catches of chum salmon, but the contribution is very humble comparing it to projected one. Malkinsky Hatchery demonstrates attaining almost projected level in the abundance of sockeye salmon return, the coefficient of the commercial return is the highest (1.8%) for sockeye salmon. Cultivation of the other Pacific Salmon species in the other hatcheries is inefficient. Economic analysis of the salmon hatcheries in Kamchatka indicates of unequivocal

coasts of artificial rearing and conditional coast of hatchery return. In most cases, no matter, standing on the ground of the ecosystem approach or of the rational use of resources, it is more wise to protect natural spawning instead to spend hundred million rubles for artificial rearing, while survival of hatchery juveniles is less than survival of wild juveniles

Same time, there are especial cases, when supporting natural populations underwent the risk of extinction for different reasons cannot be escaped. The supporting should be provided on the base of ecosystem principles carefully and consequently, or else the hatchery reared fish would be radically different from and more competitive than aborigine individuals, and hence stressing for natural population already degrading. Accurate monitoring, careful analysis of all processes and it time improvement of restoration tactics for salmon resources is required to escape that.

We wish our work could help at all levels to make optimal decisions.

Список Литературы

Акиничева Е.Г. 2001. Использование маркирования отоли- тов лососевых рыб для определения эффективности рыбовод- ных заводов // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : Сб. научн. тр. Вып. 1. Магадан: МагаданНИРО. С. 288-296.

Акиничева Е.Г., Изергин И.Л., Фомин Е.А. 2004. Об ор- ганизации исследований по идентификации тихоокеанских лососей на основе термического маркирования их отоли- тов // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне се- верной части Охотского моря : Сб. научн. тр. Вып. 2. Магадан: МагаданНИРО. С. 364-374.

Акиничева Е.Г., Сафроненков Б.П., Рогатных А.Ю. 2000. Результаты и перспективы массового маркирования отоли- тов лососей на рыбоводных заводах Магаданской области // Сб. научн. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных по- пуляций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 10-15.

Алтухов Ю.П. 1989. Генетические процессы в популяциях. М.: Наука. 328 с.

Андреева М.А. 1959. Не свертывать рыбоводство на Камчатке // Технич.-экономический бюлл. №3. П-Камчатский: Бюро технической информации. С. 21-23.

Андрианов Ф. 1924. Рыбное хозяйство Дальнего Востока // Бюлл. рыбн. хоз-ва. №6-7. С. 2-5.

Антипина Т.В. 1980. Мероприятия по сохранению и повы- шению запасов лососевых в водоёмах Приморья // Мат. Первого международ. совещ. по биол. тихоокеанских лососей, 1978 г. М.: ВНИРО. С. 98-102.

Антонов Н.П., Бугаев В.Ф., Погодаев Е.Г. 2007. Биологическая структура и динамика численности двух стад нерки *Oncorhynchus nerka* западной Камчатки - рек Палана и Большая // Изв. ТИНРО. Т. 150. С. 137-154.

Артамонова В.С., Махров А.А., Крылова С.С. и др. 2002. Выпуск молоди семги в «чужие» реки и эффективность

работы рыбоводных заводов // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 3(11). С. 463-473.

Атлас распространения в море различных стад тихоокеанских лососей в период весенне-летнего нагула и преднерестовых миграций. 2002. / Под ред. Гриценко О.Ф. М.: Изд-во ВНИРО. 190 с.

Афанасьев Н.Н., Чернявский В.И., Михайлов В.И., Карасёв А.Н. 1991. Экологический потенциал воспроизводства лососей Тауйской губы Охотского моря // Рац. исп. биоресурс. Тихого океана. Тез. докл. Всес. конф. 1991 г. Владивосток: ТИНРО. С. 78-80.

Базаркин В.Н. 2009. Проблемы рационального использования потенциала искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей и водных ресурсов рек Хабаровского края // Развитие Дальнего Востока и Камчатки: Региональные проблемы. Мат. науч. практ. конф., посвящ. памяти Р. С. Моисеева, 8-10 декабря 2009 г. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 57-60.

Басов Ю.С. 1985. Биологическое обоснование реконструкции Ушковского лососевого рыбоводного завода Камчатрыбвода в бассейне р. Камчатка (разведение кеты, красной, кижуча). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 110 с.

Басов Ю.С. 1988. Работа лососевых рыбоводных заводов Камчатки за последние 20 лет и пути повышения ее эффективности. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 24 с.

Бачевская Л.Т., Велижанин Е.С., Пустовойт С.П., Хованский И.Е. 1997. Влияние искусственного воспроизводства кеты на численность и генетическое разнообразие ее популяций. // 1 Конгр. ихтиологов России. Астрахань, сент., 1997: Тез. докл. М.: ВНИРО. С. 348.

Беляев В.А, Пробатов Н.С., Золотухин С.Ф., Миронова Т.Н. 2000. Проблемы лососевого хозяйства в бассейне реки Амур // Сб. научн. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 15-25.

Беспалова Е.В., Антипова И.Е. 2009. Возможности расширения искусственного воспроизводства кеты с использованием естественных водоемов (на примере опыта Биджанского ЛРЗ) // Вопросы рыболовства. Т.10, №3(39). С. 538-544.

Бойко И.А. 2000. Результаты мониторинга флуктуирующей асимметрии, проводимого для оценки состояния естественных, смешанных и индустриальных популяций кеты водоемов Магаданской области // Сб. научн. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 26-33.

Бонч-Осмоловский А. 1924. Рыбопромышленность в Японии // Бюлл. рыбн. хоз-ва. №10-12. С. 31-34.

Борисов В.И. 2005. Пойдем ныне по своему отечеству. Сборник историко-краеведческих статей. Выпуск № 3. Петропавловск-Камчатский. 106 с.

Бугаев В.Ф. 2007. Рыбы бассейна реки Камчатки (численность, промысел, проблемы). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 192 с.

Буханевич И.Б., Хоревин Л.Д., Эрман Л.А. 1989. Оценка промыслового возврата кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.) юго-западного Сахалина корреляционным методом // Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб. М.: ВНИРО. С. 174-192.

Васильев И.М. 1954. Опыт работы Тепловского рыбоводного завода Амуррыбвода // Тр. совещания по вопросам лососевого хозяйства Дальнего Востока, 1953 г. М.: Изд-во АН СССР. С. 111-119.

Введенская Т.Л., Попова Т.А., Травина Т.Н. и др. 2004. Особенности пищевой адаптации заводской молоди лососей в базовых водоемах камчатских лососевых рыбоводных заводов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 7. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 261-269.

Введенская Т.Л., Травина Т.Н., Хивренко Д.Ю. 2003. Бентофауна и питание молоди кеты естественного и заводского воспроизводства в бассейне р. Паратунка // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука. С. 70-80.

Воловик С.П., Ландышевская А.Е., Смирнов А.И. 1972. Материалы по эффективности размножения горбуши на Южном Сахалине // Изв. ТИНРО. Т. 81. С. 69-90.



Фото 13. Рыбоводный цех Малкинского ЛРЗ

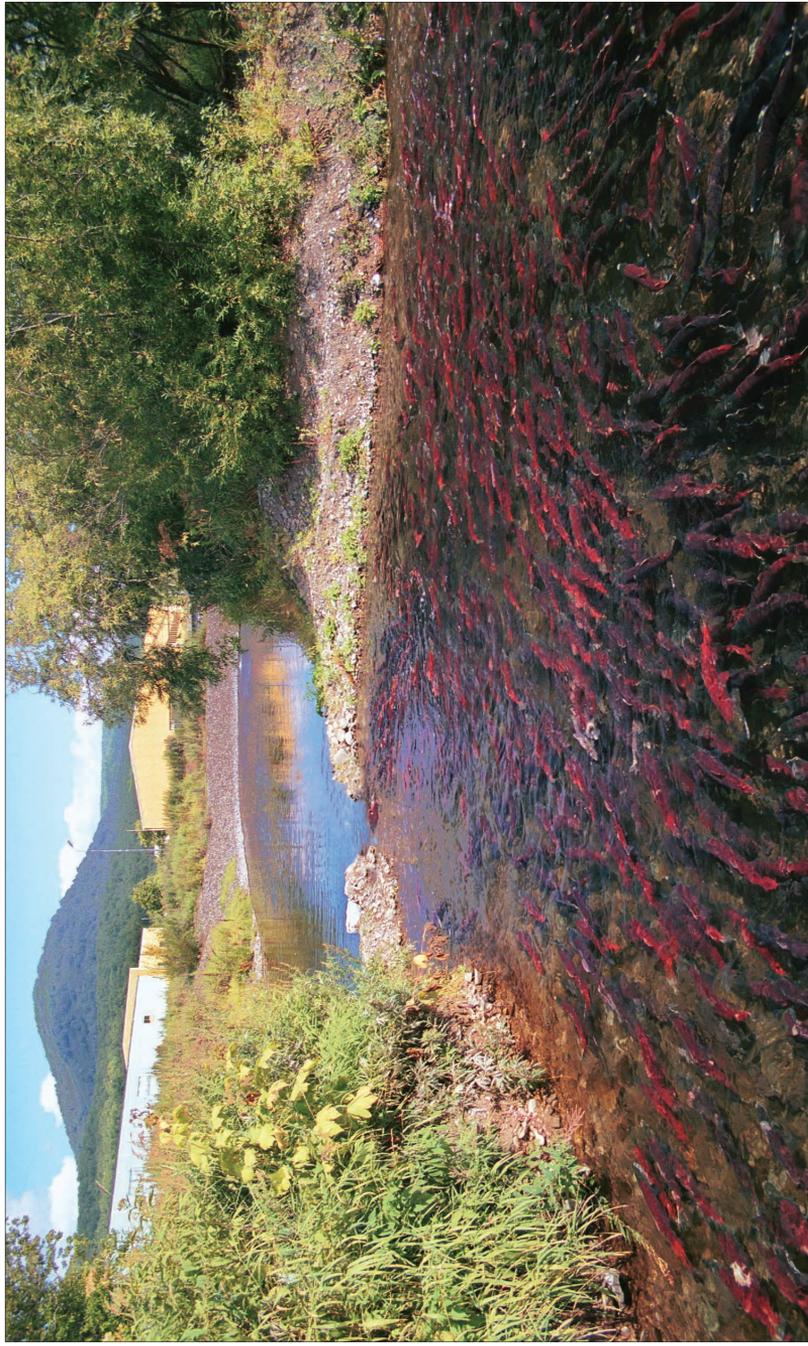


Фото 14. Возврат нерки к Малкинскому ЛРЗ



Фото 15. Паратунский экспериментально-производственный лососевый рыболоводный завод



Фото 16. Инкубационный цех Паратунского ЛРЗ



фото 17. Отлов производителей для Паратунского ЛРЗ в низовьях р. Паратунки

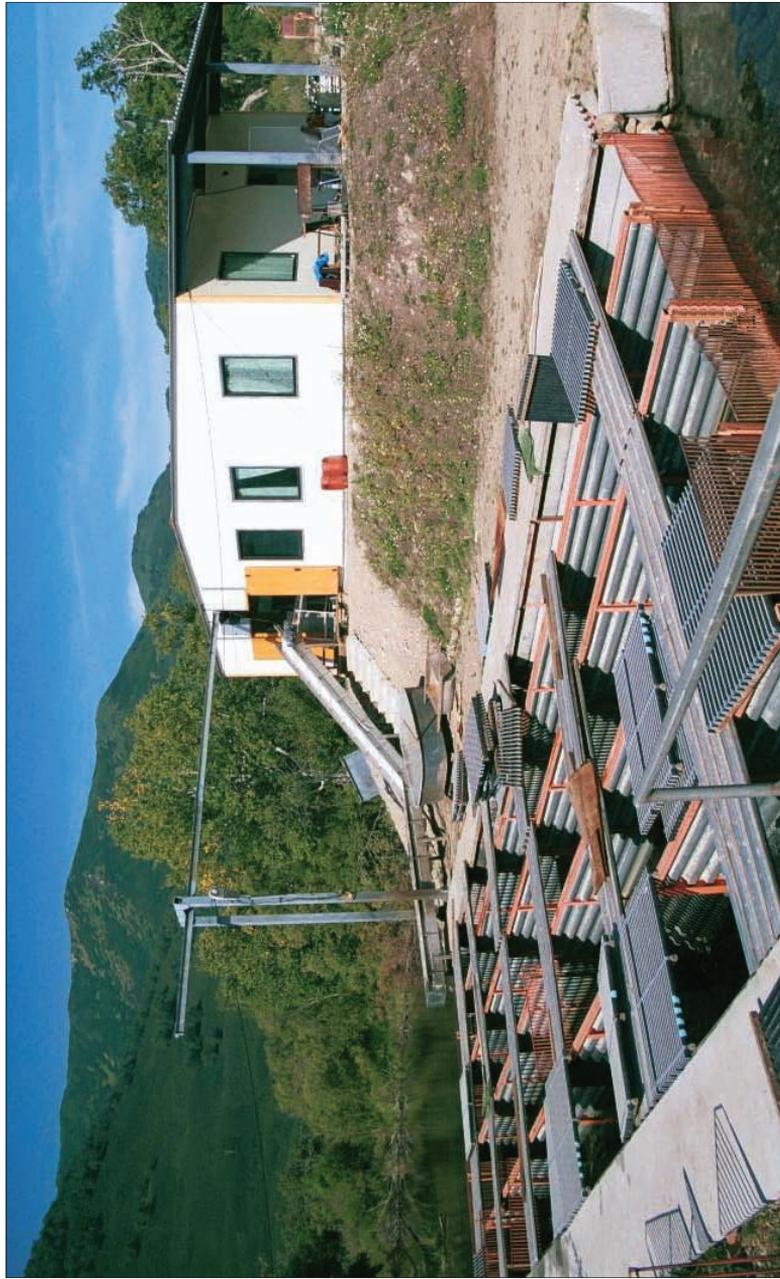


Фото 18. Рыбоучётное заграждение и пункт сбора икры Паратунского ЛРЗ



Фото 19. Виллюйский ЛРЗ, вид с оз. Б. Виллюй. Справа видна сеть для отлова производителей.

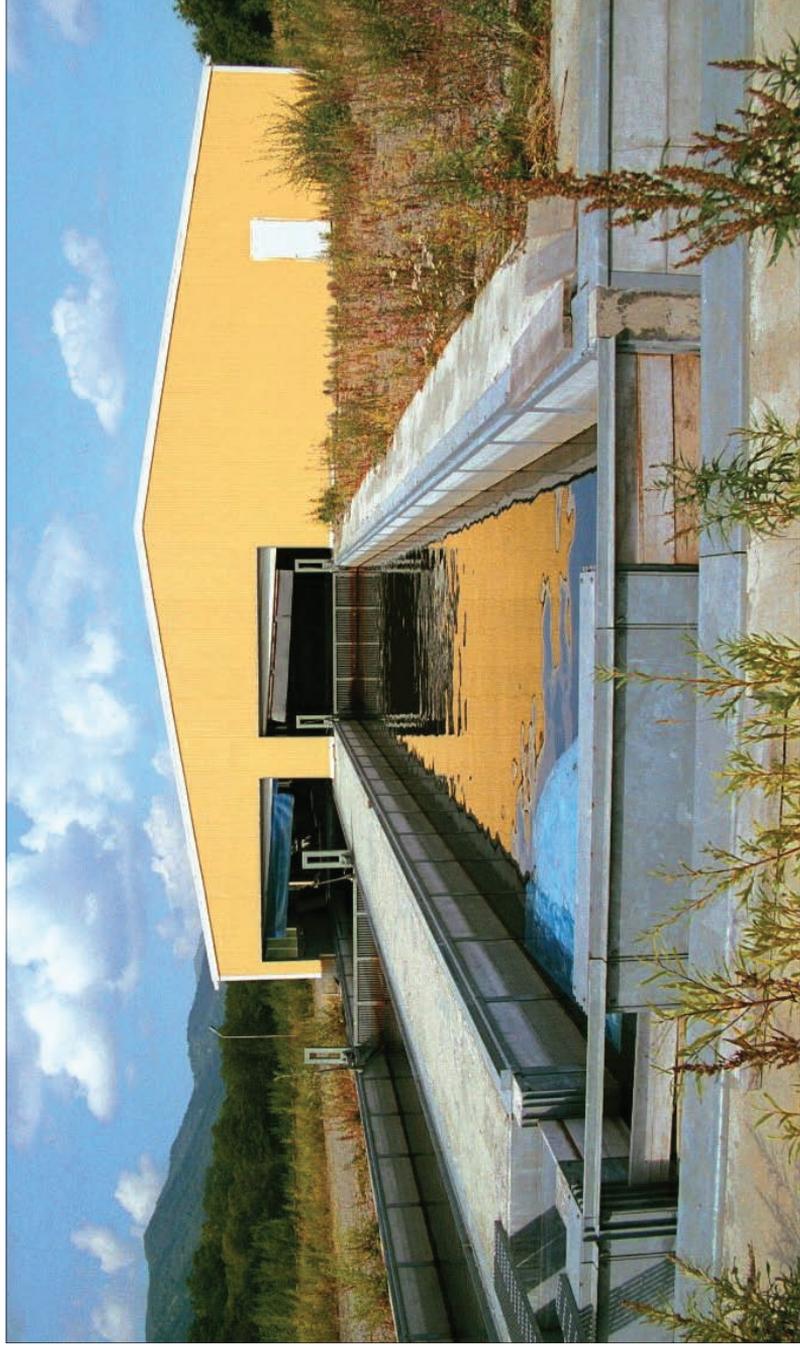


Фото 20. ЛРЗ «Озерки»; бассейны для выдерживания производителей



Фото 21. ЛРЗ «Кеткино»



Фото 22. Рыбоучётное заграждение и садки для выдерживания производителей в ключе Зеленовском



Фото 23. Заводская молодь кеты у берега р. Карымины после выпуска с Паратунского ЛРЗ

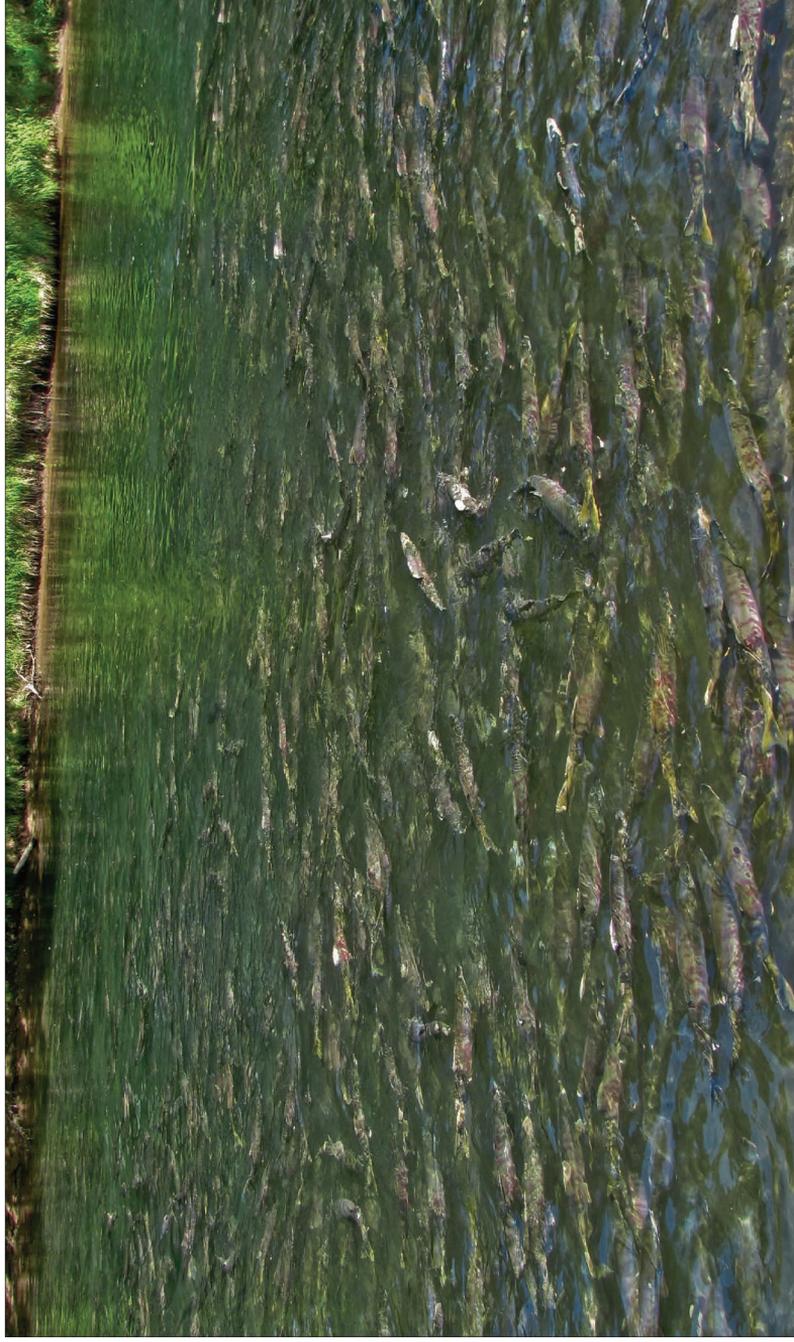


Фото 24. Кета, возвращающаяся к Паратунскому ЛРЗ, перед устьем ручья Трезубец

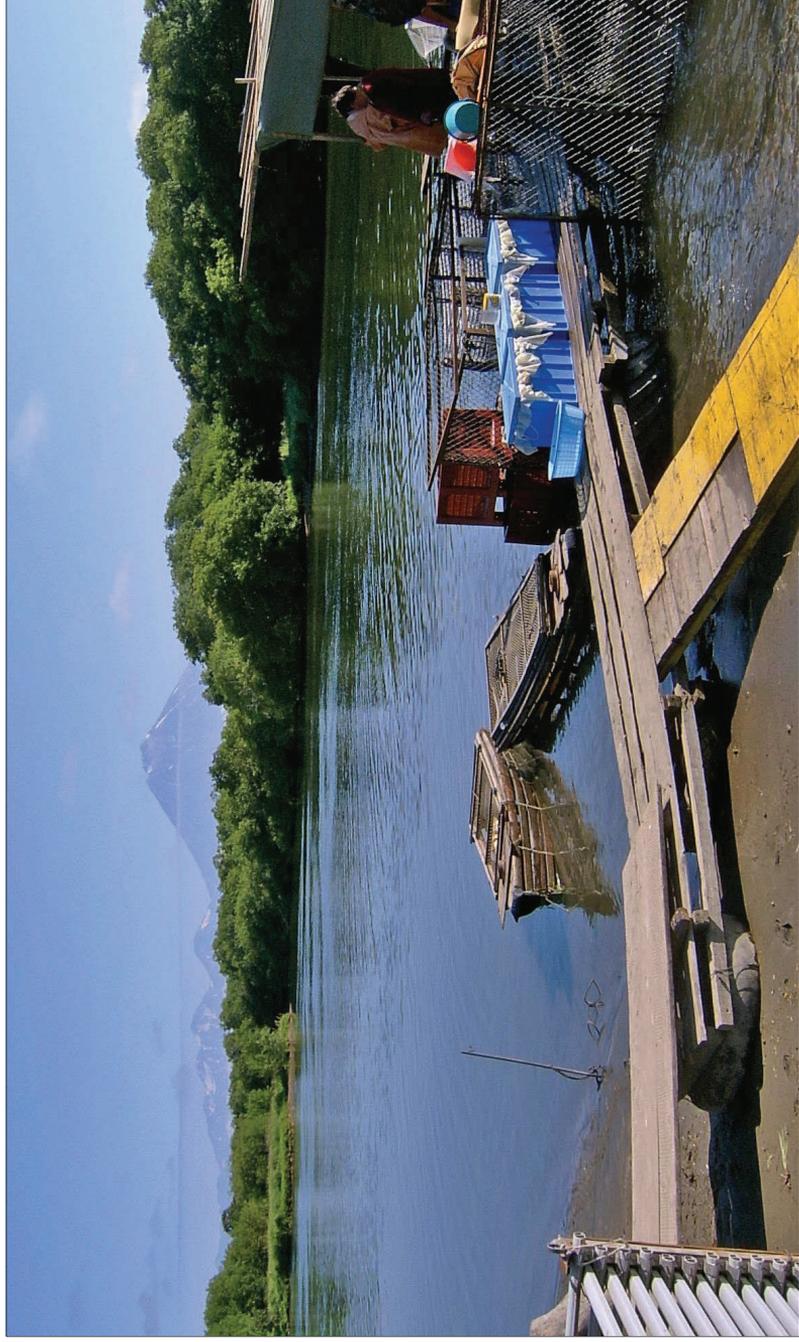


Фото 25. Рыбоводный стан Паратунского ЛРЗ на Парамоне - вблизи устья р. Паратунки

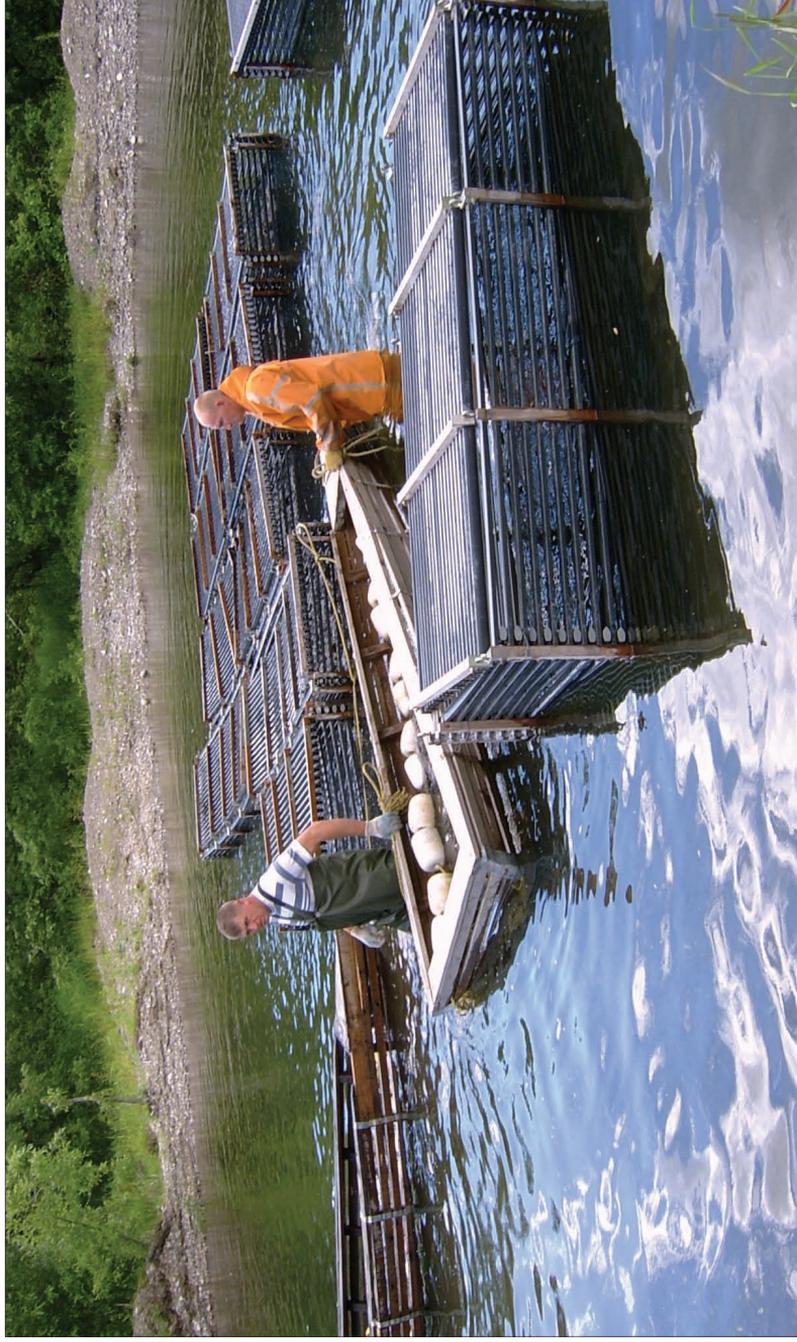


Фото 26. Садки для выдерживания производителей в устье р. Микижи



фото 27. Нерка, идущая на нерест в ручей Медвежий (бассейн р. Большой)



Фото 28. Кета в русловом садке в ручье Трезубец



фото 29. Самки чавычи, погибшие в садке Паратунского ЛРЗ



Фото 30. Икра кеты в инкубаторе, покрытая слоем ила (белые икринки – мёртвые)



Фото 31. Нерка в ключевой чаше у озера Начикинского

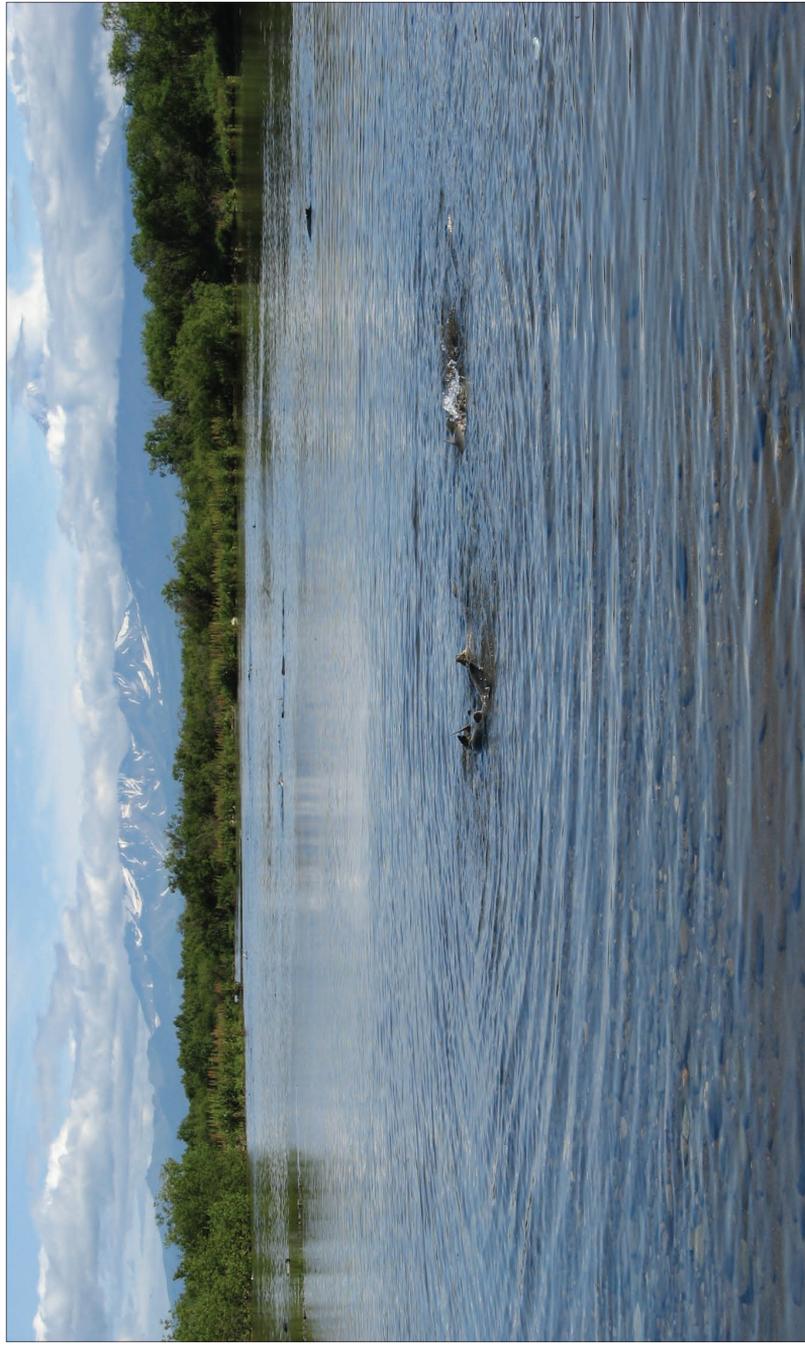


Фото 32. Нерест кеты в р. Тихой (приток р. Паратунки)



Фото 33. Самец и самка кеты на Николаевском нерестилище в бассейне р. Паратунки



Фото 34. Самец кеты на нерестилище

Вронский Б.Б. 1977. Эффективность работы Ушковского рыбоводного завода и пути ее повышения. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 55 с.

Вронский Б.Б. 1980. О повышении эффективности искусственного разведения дальневосточных лососей // Лососевидные рыбы. Сб. науч. тр. Л.: Наука. С. 175-183.

Вронский Б.Б. 1983. О недопустимости перевозок икры при заводском разведении дальневосточных лососей // Тез. докл. IV Всесоюз. Совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры. 27 сентября - 1 октября 1983 г., Владивосток, ТИНРО. С. 42-43.

Вронский Б.Б., Басов Ю.С., Куренков С.И. 1979. Состояние и перспективы развития аквакультуры лососей на Камчатке // Изв. ТИНРО. Т. 103. С. 14-22.

Вялова Г.П. 2000. Паразитозы выращиваемой молоди кеты и горбуши на рыбоводных заводах Сахалина // Анал. и реф. инф. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре / Всерос. н.-и. и проект.-конструкт. ин-т экон., инф. и АСУ рыб. х-ва. № 3. С. 10-21.

Вялова Г.П., Шкурина З.К. 2005. Микрофлора и бактериальные болезни тихоокеанских лососей естественных популяций и в аквакультуре на Сахалине. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО. 118 с.

Горяинов А.А. 1998. Состояние воспроизводства запасов приморских лососей и перспективы лососевого хозяйства в Приморье // Изв. ТИНРО, Т. 124 С. 236-250.

Горяинов А.А., Крупянко Н.И. 2007. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в Приморском крае (итоги 20-летней деятельности)//Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №2. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 47-69.

Горяинов А.А., Шатилина Т.А., Лысенко А.В., Заволокина Е.А. 2007. Приморская кета (рыбохозяйственный очерк). Владивосток: ТИНРО-центр. 198 с.

Горяинов А.А., Шатилина Т.А., Никитин А.В. 2008. Осеннее потепление в северной части Японского моря и состояние запасов приморской кеты в начале 21-го столетия // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 351-354.

Гриценко О.Ф., Заварина Л.О., Ковтун А.А., Путивкин С.В. 2000. Экологические последствия крупномасштабного ис-

кустственного разведения кеты // Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992-1998 гг.: Сб. научн. тр. ВНИРО. М., С. 241-246.

Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К. 1987. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. М.: ВО «Агропромиздат». 166 с.

Двинин П.А. 1952. Лососи Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. Т. 37. С. 69-108.

Двинин П.А. 1953. Обзор лососевого хозяйства и анализ деятельности рыболовных заводов на Сахалине // Совещание по вопросам состояния запасов и воспроизводства лососей Дальнего Востока, 11—14 мая 1953 г. Тезисы докладов. Хабаровск. С. 7-10.

Двинин П.А. 1954. Обзор лососевого хозяйства и анализ деятельности рыболовных заводов Сахалинрыбвода // Тр. совещания по вопросам состояния запасов и воспроизводства лососей Дальнего Востока, 1953 г. М.: Изд-во АН СССР. С. 78-86.

Дьюсбери Д. 1981. Поведение животных: сравнительные аспекты. М.: Мир. 480 с.

Енютина Р.И. 1972. Амурская горбуша (промыслово-биологический очерк) // Изв. ТИНРО. Т.77. С. 3-126.

Ефанов В.Н., Каев А.М., Ковтун А.А. 1979. Результаты интродукции осенней кеты из реки Курилки в реку Найбу // Изв. ТИНРО. Т. 103. С. 86-93.

Ефимов В.И., Керштейн А.М. 1960. Сахалинская горбуша в Баренцевом море // Рыбн. Промышленность Дальнего Востока. №2. С. 15-16.

Животовский Л.А. 1997. Модель влияния заводского разведения на численность горбуши // 1 Конгр. ихтиологов России, Астрахань, сент., 1997: Тез. докл. М.:ВНИРО. С. 312-313.

Животовский Л.А., Фёдорова Л.К., Смирнов Б.П., Чупахин В.М. 2009. Статистические проблемы анализа данных «скат-возврат» при оценке работы лососевых рыболовных заводов (на примере Курильского ЛРЗ, о. Итуруп) // Бюлл. реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». № 4. Владивосток : ТИНРО-центр С. 140-147.

Жидкова Н.С., Сахаровская Л.В., Щербин Н.Я. 1988. Из опыта работы Малкинского рыболовного завода // Рациональное

использование ресурсов камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. книжн. изд-во, Камчатское отделение. С. 64-80.

Заварина Л.О. 2010. О динамике биологических показателей и тенденциях изменения численности кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Большая // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 18. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 38-57.

Запорожец Г.В. 2006 а. Исследования биологических характеристик и структуры нерестовой части популяций кеты естественного и заводского воспроизводства р. Паратунка (Восточная Камчатка) // Изв. ТИНРО. Т 145. С. 86-102.

Запорожец Г.В. 2006 б. Микроэлементы в теле молоди тихоокеанских лососей: прикладные аспекты // Изв. ТИНРО. Т 146. С. 35-55.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 1994. Анализ эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Камчатке // Сист., биол. и биотехн. развед. лосос. рыб: Матер. 5 Всерос. совещ. СПб: ГосНИОРХ. С. 69-71.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2003. Выращивание смолтов-сеголеток нерки в промышленных условиях на Камчатке // Материалы международного симпозиума «Холодноводная аквакультура: Старт в XXI век». СПб, 8-13 сентября 2003 г. М. С. 105-106.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2004 б. Готовность выращенной молоди лососей к жизни в море, определяемая по функционированию осморегуляторной системы // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научн. тр. Вып. 7. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 238-245.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2006. Проблемы камчатского лососеводства и пути их решения // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 164-169.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2010а. Рыбоводные за-

воды Камчатки: некоторые последствия воспроизводства тихоокеанских лососей // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы XI международной научн. конф. Ноябрь 2010. Петропавловск-Камчатский. С. 186-189.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М., Пономарев С.В., Гамыгин Е.А. 1994. Корма и физиологическое состояние молоди кижуча // Рыбн. хоз-во. Вып. 3. С. 44-46.

Запорожец О.М. 1992. Влияние искажений ГМП на развитие и поведение молоди тихоокеанских лососей. // Современные проблемы изучения и сохранения биосферы. Живые системы под внешним воздействием. СПб.: Наука. Т. II. С. 304-312.

Запорожец О.М. 1998. Отчет о научной командировке в США. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 71 с.

Запорожец О.М. 2006. Электромагнитные характеристики среды обитания молоди лососей // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 88-92.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 1990. Содержание микроэлементов в теле молоди кеты, *Oncorhynchus keta*, при искусственном выращивании в различных условиях геомагнитного поля // Вопросы ихтиологии. 30, №1. С. 162-165.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 1995. Рост и смолтификация чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) в разных условиях выращивания // Иссл. биол. и динамики численности промысл. рыб камчатского шельфа. Сб. научн. тр. Вып. III. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 73-77.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2000а. Проблемы оценки эффективности искусственного воспроизводства и взаимодействия естественных и заводских популяций тихоокеанских лососей на Камчатке // Сб. научн. докл. росс.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск. С. 51-56.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2000 б. Дифференциация естественных и искусственно воспроизводимых популяций кеты (*Oncorhynchus keta*) по особенностям структуры чешуи //

Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научн. тр. КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский. Вып. 5. С. 139-146.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2001. Кета р. Паратунки в условиях антропогенного пресса // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы II научн. конф. 9-10 апреля 2001 г. Петропавловск-Камчатский. С. 157-158.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2004а. Анализ эффективности работы камчатских лососевых рыболовных заводов // Вопросы рыболовства. Т. 5. №2(18). С. 328-361.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2007. Браконьерский промысел лососей в водоемах Камчатки: учет и экологические последствия. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 60 с.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2008. Лососи реки Паратунки (Восточная Камчатка): история изучения и современное состояние. Петропавловск-Камчатский: СЭТО-СТПлюс. 132 с.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2010б. Популяционная структура запасов нерки бассейна р. Большой. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 23 с.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В., Толстяк Т.И. 1995. Исследование влияния плотности посадки и интенсивности водообмена на рост и физиологическое состояние молоди кеты и кижуча // Иссл. биол. и динамики численности промысл. рыб камчатского шельфа. Сб. научн. тр. Вып. III. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 78-88.

Запорожец О.М., Зорбиди Ж.Х. 1995. Отчет о командировке в Японию. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 16 с.

Запорожец О.М., Шевляков Е.А., Запорожец Г.В. 2007. Анализ динамики численности камчатских лососей в XX-XXI вв. с учетом их легального и нелегального изъятия и оценка экономических потерь // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №2. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 160-168.

Запорожец О.М., Шевляков Е.А., Запорожец Г.В. 2008. Динамика численности камчатских лососей с учетом их легального и нелегального изъятия // Изв. ТИНРО. Т. 153. С. 109-134.

Затулякин А.В. 2004. Охрана и воспроизводство ценных видов рыб и морских животных на Сахалине и Курилах // Рыбн. хоз-во. №1. С. 55-57.

Золотарева И.М. 1980. Оценка эффективности разведения горбуши на рыбоводных заводах Сахалинской области // Лососевидные рыбы. Сб. науч. тр. Л.: Наука. С. 259-261.

Золотухин С.Ф. 2006. Стратегические ошибки организации работы ЛРЗ в бассейнах крупных рек на примере бассейна р. Амур // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 124-126.

Золотухин С.Ф. 2007. Кета реки Уссури. Владивосток: ТИПРО-центр. 210 с.

Зорбиди Ж.Х. 2010. Кижуч азиатских стад. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 306 с.

Зубченко А.В. 1997. Анализ состояния и возможные меры по восстановлению структуры популяции атлантического лосося р.Кола // 1 Конгр. ихтиологов России, Астрахань, сент., 1997. Тез. докл. М: ВНИРО. С. 112.

И.К. 1931. Опыт акклиматизации карасей на Камчатке и красной на Амуре // Рыбн. хоз-во Дальнего Востока. №1-2. С. 49-53.

Игнатьев Ю.И. 2007. Некоторые результаты искусственного разведения кеты на о. Сахалин // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №2. Владивосток, ТИПРО-центр. С. 178-181.

Игнатьев Ю.И., Каев А.М., Никифоров С.Н. 2006. Многолетние изменения биологических показателей кеты на лососевых рыбоводных заводах Сахалина // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №1. Владивосток, ТИПРО-центр. С. 192-195.

Итоги деятельности лососевых рыбоводных заводов на Дальнем Востоке в 2001 - 2002 гг. 2002. // Рыболовство России. №6. С. 52-53.

Итоги работы лососевых рыбоводных заводов на Дальнем Востоке в 2002 - 2003 гг. 2004. // Рыбн. хоз-во, №4. С. 39-41.

Итоги работы лососевых рыбоводных заводов на

Дальнем Востоке в 2003/2004 и 2004/2005 производственных годах 2007а. // Рыбн. хоз-во, №2. С. 55-58.

Итоги работы лососевых рыбоводных заводов на Дальнем Востоке в 2005/2006 производственном году 2007б. // Рыбн. хоз-во. №4. С. 48-51.

Каев А.М. 2003. Особенности воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta* в связи с ее размерно-возрастной структурой. Ю. Сах.: СахНИРО. 288 с.

Каев А.М. 2008. Динамика уловов горбуши и кеты в Сахалинской области в связи с уровнем их естественного и заводского воспроизводства // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №3. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 236-240.

Каев А.М., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Малинина Т.В., Шитова М.В., Борзов С.И., Фёдорова Л.К., Животовский Л.А. 2008. О генетической дифференциации кеты речного и озёрного экотипов на о. Итуруп (Курильские острова) // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 372-374.

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

Каев А.М., Игнатьев Ю.И. 2009. Состояние запасов кеты в 2009 г. в основных районах её воспроизводства в Сахалинской области // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №4. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 34-38.

Каев А.М., Хоревин Л.Д. 2003. Динамика стада дикой и заводской кеты *Oncorhynchus keta* в р. Тымь, остров Сахалин // Труды СахНИРО. Т. 5. С. 47-55.

Каев А.М., Чупахин В.М. 2003. Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) // Вопросы ихтиологии. Т. 43, № 6. С. 801-811.

Казаков Р.В. 1981. Разведение атлантического лосося *Salmo salar* L. II. Эффективность работы рыбоводных заводов // Особенности биологии лососевых рыб. Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Вып. 163. Л.: ГосНИОРХ. 13-23.

Канидьеv А.Н. 1965. О разведении лососей в Сахалинской

области // Акклиматизация дальневосточных лососей в бассейнах Баренцева и Белого морей. Мурманский Морской Биологический Институт АН СССР. М.: Наука. С. 47-61.

Канидьев А.Н. 1966. Устойчивость заводской молоди кеты (*Oncorhynchus keta* Walb.) к скорости течения и хищным рыбам // Тр. ММБИ. Вып. 12 (16). С. 101-111.

Канидьев А.Н. 1966а. Степень выживания молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в реке // Вопросы ихтиологии. Т. 6. Вып. 4 (41). С. 708-719.

Канидьев А.Н. 1984. Биологические основы искусственно-го разведения лососевых рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть. 216 с.

Карманова И.В. 2002. Паразиты развивающейся икры, личинок и мальков горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научн. тр. Вып. 6. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 308-313.

Карманова И.В., Пугаева В.П., Рудакова С.Л. и др. 2002. Пути проникновения патогенов молоди тихоокеанских лососей на рыбодонные заводы Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 6. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 303-307.

Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: Изд-во ВНИРО. 166 с.

Карпенко В.И. 2000. Роль раннего морского периода жизни в формировании урожайности поколений дальневосточных лососей // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научн. тр. Вып. 5. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 35-41.

Китов В.В. 2005. Особенности ската молоди рыб в р. Кухтуй (Охотский район, Хабаровский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, Владивосток, 21—23 марта, 2005. Вып. 3. Владивосток. С. 629—635.

Кловач Н.В. 2003. Экологические последствия крупномасштабного разведения кеты. М.: Изд-во ВНИРО. 164 с.

Кляшторин Л.Б. 1991. Пастбищное лососеводство Аляски // Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. М. Вып. 1. С. 11-18.

Кобаяси Т. 1988. Воспроизводство запасов лососей в Японии // Рыбн. хоз-во. №2. С. 57-62.

Ковтун А.А. 1986. Воспроизводство осенней кеты

Oncorhynchus keta (Walbaum) на южном Сахалине // Вопросы ихтиологии. Т. 26. Вып. 1. С. 68-73.

Ковтун А.А. 2002. Состояние запасов, промысел и дифференциация возврата кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) р. Тымь (Сахалин) за период 1960-2001 гг. // Труды СахНИРО. Т. 4. С. 133-148.

Ковтун А.А. 2005. Биология кижуча острова Сахалин. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО. 96 с.

Комбаров В.Я. 1991. Выращивание молоди кеты в морских садках // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана. Тез. докл. Всесоюз. конф. 1991 г. Владивосток. С. 194-195.

Комбаров В.Я., Скирин В.И., Царева Л.А. 1986. Получение покатной молоди кеты в экспериментальных условиях // Марикультура на Дальнем Востоке. Сборник научных трудов. Владивосток. С. 24-29.

Копосов А.Ф. 1964. Некоторые вопросы эффективности и экономики искусственного разведения лососей на Сахалине // Лосос. хоз-во Дальнего Востока. М. Наука. С. 179-183.

Коряковцев Л.В. 2001. Эффективность работы горбушевых рыбоводных заводов Сахалина // Рыбн. х-во. № 6. С. 36-37.

Кох В., Банк О., Йенс Г. 1980. Рыбоводство. М.: Пищевая промышленность. 218 с.

Крупянко Н.И., Валова В.Н., Скирин В.И., Калинина М.В. 1995. Биотехника подращивания посадочного материала кижуча для товарного выращивания // Междунар. симп. по марикультуре, Краснодар-Небуг. 24-27 сент. 1995. Тез. докл. С. 58-59.

Крупянко Н.И., Скирин В.И. 1993. Роль хищников в элиминации покатной молоди кеты // Рыб. х-во. № 5. С. 47-48.

Крупянко Н.И., Скирин В.И. 1998. Выедание хищными рыбами молоди кеты и горбуши в реках Южного Приморья // Изв. ТИНРО. Т. 123. С. 381-390.

Крупянко Н.И., Скирин В.И. 2001. Проблемы и перспективы искусственного воспроизводства симы на рыбоводных заводах Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 1. С. 350-358.

Крупянко Н.И., Скирин В.И. 2003. Эффективность воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в южном Приморье // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Владивосток: Дальнаука. Вып. 2. С. 511-522.

Ксенофонтов М.Ю., Гольденберг И.А. 2008. Экономика лососевого хозяйства Камчатки. Анализ рыбохозяйственного комплекса бассейна реки Большая и разработка предложений по повышению эффективности использования лососевых ресурсов в целях развития устойчивого рыболовства и сохранения видового разнообразия М.: Права человека. 152 с.

Кудерский Л.А. 2001. Акклиматизация рыб в водоемах России: состояние и пути развития // Вопросы рыболовства. №1(5). С. 6-85.

Кудзина М.А. 2006. Оценка доли лососей искусственного происхождения в бассейне р. Большая по данным отолитного мечения // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 37-42.

Кузнецов И.И. 1912. Материалы к искусственному разведению кеты на Амуре (по наблюдениям в 1909-1910 гг. на рыбозаводном заводике, принадлежащем К.Л. Лаврову // Материалы к познанию русского рыболовства. Т. 1. Вып. 3. С. 1-31.

Кузнецов И.И. 1926. Роль колонизации и лесопромышленности в вопросах истощения запасов лососевых // Бюлл. рыбн. хоз-ва №2. С. 4-6.

Кузнецов И.И. 1928. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей // Известия Тихоокеанской научно-промысловой станции. Т. 2. Вып. 3. 196 с.

Кузнецов И.И. 1928а. Рыбоводные заводы на о. Сахалине и Камчатке и перспективы их деятельности // Бюлл. рыбн. хоз-ва. № 9. С. 15-17.

Куманцов М.И. 2008. Искусственное воспроизводство водных биоресурсов в 2008 г. // Рыбн. хоз-во. №6. С. 15-17.

Куренков И.И. 1974. Иван Иванович Кузнецов (к десятилетию со дня смерти) // Изв. ТИНРО. т. 90. С. 205-209.

Лазарев М.С. 1954. О работе Соколовского рыбоводного завода // Тр. совещания по вопросам состояния запасов и воспроизводства лососей Дальнего Востока, 1953 г. М.: Изд-во АН СССР. С. 87-93.

Ландышевская А.Е. 1965. О повышении эффективности работы рыбоводных заводов Сахалина // Рыбн. хоз-во. №10. С. 9-10.

Ландышевская А.Е. 1970. Эффективность искусственного разведения осенней кеты на Южном Сахалине // Рыбн. хоз-во. №6. С. 19-21.

Леванидов В.Я. 1954а. Итоги и перспективы разведения амурской осенней кеты // Рыбн. х-во. №6. С. 34-38.

Леванидов В.Я. 1954б. Пути усиления воспроизводства кеты Амура // Тр. совещания по вопросам лососевого хозяйства Дальнего Востока, 1953 г. М.: Изд-во АН СССР. С. 120-128.

Леман В.Н., Смирнов Б.П., Метальникова К.В. и др. 2006. Рыбоводно-биологическое обоснование перепрофилирования Вилюйского лососевого рыбоводного завода на двухлетнее выращивание кижуча. М.: ВНИРО. 89 с.

Леман В.Н., Чебанова В.В. 2002. Возможности повышения эффективности искусственного разведения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) и экология заводской молоди в бассейне реки Большая (Западная Камчатка) // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоемов. Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. Т. 141. С. 215-228.

Лихатович Д. 2004. Лосось без рек. История кризиса тихоокеанского лосося. Владивосток: Издательский дом «Дальний Восток». 376 с.

Любаева Т.Н., Любаев В.Я., Сидорова С.В. 2000. Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского РЛЗ) // Сб. науч. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск : ХоТИНРО. С. 70-79.

Макеев С.С. 2000. Естественное и искусственное воспроизводство симы Южного Сахалина // Сб. науч. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 80-82.

Макеев С.С. 2006. Плюсы и минусы лососевого рыбоводства на Сахалине: контролируемое изобилие или ловушка оптимизма? http://www.sakhwatersheds.org/uploads/files/lososevoe_ribovodstvo.pdf. 13 с.

Макоедов А.Н., Бачевская Л.Т., Рогатных А.Ю. 1994.

Искусственное воспроизводство и состояние популяций кеты рек северного побережья Охотского моря // ДВО РАН. №3 (55). 64-73.

Марковцев В.Г. 2006. Роль заводского воспроизводства кеты на состояние запасов лососей в южных реках Приморского края // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 109-111.

Марковцев В.Г. 2008. Разведение тихоокеанских лососей — за и против // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №3. Владивосток: ТИПРО-центр. С. 204-209.

Марковцев В.Г. 2009. О деятельности лососевых заводов частной собственности // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №4. Владивосток, ТИПРО-центр. С. 130-133.

Найденко С.В. 2009. Роль тихоокеанских лососей в трофической структуре верхней эпипелагиали южной части Охотского моря // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». №4. Владивосток, ТИПРО-центр. С. 167-171.

Новомодный Г.В., Золотухин С.Ф., Шаров П.О. 2004. Рыбы Амура: богатство и кризис. Владивосток: Апельсин. 64 с.

Ожеро З., Фули Д.Н. 2009. Атлас «Тихоокеанские лососи»: первая картографическая оценка состояния лососей в Северной Пацифике. Владивосток, 166 с.

Остроумов А.Г. 1975. Озеро Ушковское в бассейне р. Камчатки // Изв. ТИПРО. Т. 97. С. 129-139.

Остроумов А.Г., Непомнящий К.Ю. 1989. Ущерб, нанесенный нерестовому фонду лососей сельскохозяйственной деятельностью // Материалы V регион. научно-практической конференции «Рац. использование ресурсов Камчатки, прилегающих морей и развитие производ. сил до 2010г.» Петропавловск-Камчатский. Том I. С. 73-75.

Перри Э., Бейли Д. 1990. Оценка искусственного разведения кеты и горбуши в Британской Колумбии // Межд.симпоз. по

тихоокеанским лососям. - Тез. докл. Южно-Сахалинск, 1989. Владивосток. С. 101-102.

Петровская А.В. 1995. Сравнительное изучение флуктуирующей асимметрии мальков кеты из искусственных и естественных популяций // 1 Междунар. науч.-практ. конф. студ. и мол. исслед. Магадан. 1995 : Тез. докл. Магадан. С. 160-161.

Плохинский Н.А. 1980. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во Москв. ун-та. 150 с.

Подлесный А. 1924. Основные моменты в развитии русского рыбодовства в связи с общим ходом экономической жизни, в частности с рыболовством // Бюлл. рыбн. хоз-ва. № 19-20. С. 12-18.

Пономарёв С.В., Гамыгин Е.А., Югай Т.В., Марсанова А.Г., Маслобойщиков В.С. 1991. Комбикорма и кормление тихоокеанских лососей в условиях низкой температуры воды // Сб. научн. тр. ВИИПРХ «Корма и кормление лососевых рыб в аквакультуре». М.: ВНИИРХ. Вып. 62. С. 3-19.

Попова Т.А., Чебанов Н.А. 2007. Динамика миграции покатной молоди тихоокеанских лососей разных форм воспроизводства (западная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 9. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 164-169.

Правдин И.Ф. 1940. Обзор исследований дальневосточных лососей. Изв. ТИНРО. Т. 18. Владивосток. 107 с.

Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. 2008. Приказ ФАР № 272. Москва, 27 октября 2008 г.

Притчина Л.И. 1960. Об эффективности работы сахалинских рыбозаводов по воспроизводству запасов лососевых // Науч.-техн. бюллетень ПИНРО: Мурманское кн. изд-во. № 4 (14). С. 24-25.

Пустовойт С.П., Хованский И.Е. 2000. Генетическое разнообразие смешанных популяций тихоокеанских лососей и проблемы его сохранения при искусственном воспроизводстве // Сб. научн. докл. росс.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 83-91.

Радтке Г., Картер К., Дэвис Ш. 2006. Оценка экономической выгоды деятельности лососевых рыбодовных заводов тихоокеанского северо-запада США // Современные проблемы

лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 28-41.

Рассохина Г.Н. 1988. К вопросу об истории лососеводства на Камчатке // Рациональное использование ресурсов камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. книжн. изд-во, Камчатское отделение. С. 51-63.

Рогатных А.Ю., Сафроненков Б.П., Акиничева Е.Г., Игнатов Н.Н. 2002. Промыслово-маточные популяции дальневосточных лососей // Рыбоводство и рыболовство. №1 С. 46-48.

Рогатных А.Ю. 2001. Состояние, проблемы и перспективы разведения тихоокеанских лососей в Магаданской области (по результатам исследований лаборатории искусственного воспроизводства лососей МоТИНРО) // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : Сб. научн. тр. Вып. 1. Магадан: МагаданНИРО. С. 282-287.

Рогатных А.Ю., Яковлев К.А., Бойко И.А., Акиничева Е.Г., Бачевская Л.Т., Макоедов А.Н. 1994. Состояние, проблемы и перспективы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области // Сист., биол. и биотехн. развед. лосос. рыб : Матер. 5 Всерос. совещ. СПб.: ГосНИОРХ. С. 163-165.

Романчук Е.Д. 2000. Взаимодействие смешанных популяций горбуши искусственного и естественного воспроизводства в Сахалино-Курильском бассейне // Сб. науч. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 96-102.

Рослый Ю.С. 2002. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура. Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во. 210 с.

Рослый Ю.С., Панасепко Н.М., Капанова Н.Ф. 1987. Биологическая структура заводских стад и воспроизводство осенней кеты *Oncorhynchus keta* Амура // Вопросы ихтиологии. Том 27, вып. 4. С. 637-647.

Рудакова С.Л. 2004. Анализ развития эпизоотии, вызванной вирусом инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV) у мальков нерки *Oncorhynchus nerka* при искусственной выращивании (Камчатка) // Вопросы рыболовства. Т. 5. №2(18). С. 362-374.

Рухлов Ф.Н. 1973. К вопросу о путях искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. Т. 91. С. 11-17.

Рухлов Ф.Н. 1973а. Особенности ската молоди горбуши искусственного разведения // Изв. ТИНРО. Т. 91. С. 31-36.

Рухлов Ф.Н. 1982. Жизнь тихоокеанских лососей. Ю-Сахалинск. 110 с.

Рухлов Ф.Н., Любаева О.С. 1980. Результаты мечения молоди горбуши на рыбоводных заводах Сахалинской области в 1976 г. // Вопросы ихтиологии. Т. 20. Вып. 1 (120). С. 134-143.

Рухлов Ф.Н., Шубин А.О. 1986. О промысловом возврате горбуши заводского происхождения // Марикультура на Дальнем Востоке. Сб. научн. Тр. Владивосток. С. 3-12.

Рыборазведение на Дальнем Востоке. 1924. // Бюлл. рыбн. хоз-ва. №1. С. 16-17.

Рябуха Е.А., Бойко И.А., Хованская Л.Л., Сафроненков Б.П. 2004. О применении метода садкового содержания заводской молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях природных водоемов Магаданской области для улучшения её качественного состояния // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сб. науч. тр. Вып. 2. Магадан: МагаданНИРО. С. 326-242.

Рябуха Е.А., Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Крюк Г.Н., Бессонов Д.В., Ковко Л.И. 2009. Проблемы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Арманском лососевом рыбоводном заводе и возможные пути их решения // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. Сб. науч. тр. Вып. 3. Магадан: МагаданНИРО. С. 233-242.

Салменкова Е.А. 1994. Внутривидовое генетическое разнообразие лососевых и его изменения под влиянием антропогенных воздействий // Сист. биол. и биотехн. развед. лосос. рыб: Матер. 5 Всерос. совещ. СПб, ГосНИОРХ. С. 167-168.

Сао Гуанбин, Лю Вей и Пан Вейцзи. 2006. Проблемы мечения в выпуске осенней кеты в реку при искусственном

разведении // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 235.

Сафроненков Б.П. 2006. Современное состояние и перспективы искусственного разведения тихоокеанских лососей в Магаданской области // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 186-198.

Сафроненков Б.П., Акиничева Е.Г, Рогатных А.Ю. 2000. Способ массового мечения рыб: Пат. 2150827 Россия, МПК7 A01K 61/00 № 99101432/13; Заявл. 26.01.99; Опубл. 20.06.00, Бюл. № 17.

Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Волобуев В.В. 2005. Состояние лососеводства в Северном Охотоморье и пути его развития на ближайшую перспективу // Рыб. х-во. N 1. С. 43-47.

Селютина В.Е. 2004. Воспроизводство лососевых в Хабаровском крае // Рыб. х-во. N 1. С. 68-69.

Семенченко А.Ю. 2000. Проблемы взаимодействия природных и заводских популяций лососей в Приморье // Сб. научн. докл. рос.-америк. конф. по сохранению лососевых: Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Хабаровск: ХоТИНРО. С. 110-113.

Семенченко А.Ю. 2006. Приморская сима (*Oncorhynchus masou* (Brevoort)) в речной период жизни // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». N1. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 115—124.

Семенченко А.Ю., Крупянко Н.И. 2005. Исследование рыбного сообщества реки Барабашевка в связи с созданием промышленных стад лососей // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, Владивосток, 21-23 марта, 2005. Вып.

3. Владивосток. С. 636-649.

Синяков С.А. 2006. Рыбная промышленность и промысел лососей в сравнении с другими отраслями экономики в регионах Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 64 с.

Скирин В.И., Крупянко Н.И. 2005. Результаты мечения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на рыбоводных заводах Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, Владивосток, 21—23 марта, 2005. Вып. 3. Владивосток. С. 616—621.

Смирнов А.И. 1954. Совершенствовать технику рыбоводства на Сахалине // Рыб. х-во. №6. С. 38-41.

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: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 16-26.

Смирнов Б.П., Мешкова М.Г., Введенская Т.Л. 2004. Оценка величины выедания заводской молодежи кеты в озере Большой Вилуй // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 7. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 246-250.

Смирнов Б.П., Чебанова В.В., Введенская Т.Л. 1993. Адаптация заводской молодежи кеты *O. keta* и *O. tshawytscha* к питанию в естественной среде и влияние голодания на физиологическое состояние молодежи // Вопросы ихтиологии, Т. 33. №5, С. 637-643.

Солдатов В.К. 1924. Нужно ли искусственное разведение тихоокеанских лососей // Бюлл. рыбн. хоз-ва. №4-5. С. 19-21.

Темных О.С. 2009. Современный статус тихоокеанских лососей в пелагических экосистемах субарктической Пацифики // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». N4. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 235-241.

Тихий М.И. 1957. Столетие Никольского рыбоводного завода // Тр. Совещ. по рыбоводству. М. : Изд-во АН СССР. С. 38-45.

Устименко Е.А. 2006. Признаки бактериальной жаберной

болезни у молоди кижуча на Вилюйском рыбноводном заводе (Камчатка) // Вопросы рыболовства. Т. 7. №3(27). С. 436-445.

Федорова З.В. 2004. Тенденции и прогноз развития мировой аквакультуры до 2030 г. // Прибрежное рыболовство и аквакультура: Аналитическая и реферативная информация / ВНИЭРХ. М. Вып. 1. С. 5-20.

Филатова Г.П. 1960. Рыбные урожаи надо выращивать // Рыбн. Промышленность Дальнего Востока. №2. С. 12-15.

Фридман И.Л. 1994. Экономические вопросы деятельности лососевых рыбноводных заводов Европейского Севера России // Сист., биол. и биотехн. развед. лосос. рыб: Матер. 5 Всерос. совещ. ГосНИОРХ. СПб. С. 199-203.

Херд В.Р. 2006. Обзор программы лососевого рыбноводства шт. Аляска // Современные проблемы лососевых рыбноводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 27.

Хилборн Р., Уолтерс К. 2001. Количественные методы оценки рыбных запасов. Выбор, динамика и неопределенность. СПб: Политехника. 228 с.

Хованская Л.Л. 2008. Научные основы лососеводства в Магаданской области. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 167 с.

Хованский И.Е. 2004. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства. Хабаровск: Хабар. кн. изд-во, 418 с.

Хованский И.Е., Зеленева Г.К., Крушанова А.С. и др. 2009. Оценка современного состояния и уровня использования запасов водных биологических ресурсов Хабаровского края // Вопросы рыболовства. Т.10, №3(39). С.433-452.

Хованский И.Е., Крушанова А.С. 2008. Численность и морфо-биологические показатели осенней кеты в базовых реках рыбноводных заводов — Гур и Анюй (бассейн р. Амур) // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 818-822.

Хованский И.Е., Наумова И.Г., Селютина В.Е.,

Белянский В.Я. 2008. Лососевые рыбоводные заводы в зоне деятельности ФГУ «Амуррыбвод»: этапы становления и перспективы искусственного воспроизводства // Современное состояние водных биоресурсов: материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИПРО-центр. С. 823-827.

Хованский И.Е., Хованская Л.Л., Селютина В.Е. 2006. Разведение кеты на реках материковой части охотского моря: история, современное состояние, перспективы // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара, 30 ноября - 1 декабря 2006 г., г. Петропавловск-Камчатский, в рамках VII научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». С. 154-158.

Хоревин Л.Д. 1986. Искусственное разведение тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Биол. Моря. 1986. №2. С. 17-27.

Чернявская В.К. 1957. Опыт работы Биджанского и Тепловского рыбоводных заводов по разведению осенней кеты // Тр. совещ. по рыбоводству. 1954 г. С. 227-234.

Чернявская И.К. 1962. Воспроизводство рыбных запасов на Сахалине // Бюлл. Рыбн. пром-ти Дальнего Востока. №8. С. 8-10.

Чернявская И.К. 1964. Состояние искусственного разведения лососей в Сахалинской области // Лосос. хоз-во Дальнего Востока. М. : Наука. С. 175-178.

Чигиринский А.И., Комбаров В.Я., Скирин В.И. и др. 1983. Первые опыты культивирования осенней кеты в Приморье // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИПРО. С. 68-75.

Чистякова А.И. 2008. Дифференциация покатной молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.) бассейна реки Паратунка на основе отолитного мечения // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 10. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 64-71.

Шевцова Э.Е. 1987. Разведение чавычи и кижуча за рубежом // Экспресс-информация. Сер. Марикультура. М.:ЦНИИТЭИРХ. Вып. 6. С.8-7.

Шевцова Э.Е. 1989. Краткий обзор состояния лососеводства в мире // Экспресс-информация. Сер. Марикультура.

М.:ЦНИИТЭИРХ. Вып. 6. С.1-7.

Шевцова Э.Е., Казаков Р.В. 1986. Биотехника повышения жизнестойкости молоди лососей. Обзорная информация ЦНИИТЭИРХ. Сер. Марикультура. М. Вып. 2. 72 с.

Шубин А.О. 1988. Оценка эффективности разведения горбуши на Сахалине // Рыб. х-во. № 11. С. 42-44.

Шубин А.О. 1988а. К методике оценки эффективности разведения лососей // Тез. докл. III Всесоюз. совещ. по лососевым рыбам. Тольятти: Ин-т экологии АН СССР. С. 384-385.

Шунтов В.П. 2008. Не лососем единым, но все же... // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». N3. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 196-203.

Шунтов В.П. 2009. Состояние биоты и биоресурсов морских макроэкосистем Дальневосточной экономической зоны России // Бюллетень реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». N4. Владивосток, ТИНРО-центр. С. 242-251.

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

Шунтов В.П., Темных О.С. 2005. Новые представления об экологии тихоокеанских лососей в морской период жизни // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова, Владивосток, 21—23 марта, 2005. Вып. 3. Владивосток С. 594—609.

Экспертное заключение по перепрофилированию Тауйского лососевого рыбоводного завода (р. Тауй, Магаданская обл.) на выпуск молоди тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом жизни (кижуч) как основного объекта воспроизводства. 2008. Магадан: МагаданНИРО. 15 с.

Akinicheva E., Rogatnykh A. 2001. Use of otolith marking for evaluation of hatchery output efficiency // NPAFC Tech. Rept. No 3. P. 39-41.

Atkinson C.E., Rose J.H., Duncan T.O. 1967. Pacific salmon in the United States // Salmon of the North Pacific Ocean. Part IV. Spawning populations of North Pacific salmon. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull. 23. P. 43-223.

Azumaya T., Ishida Y. 2000. Density interactions between

pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) and chum salmon (*O. keta*) and their possible effects on distribution and growth in the North Pacific Ocean and Bering Sea // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. 2. P. 165-174.

Banks J.L. 1992. Effects of Density and Loading on Coho Salmon during Hatchery Rearing and after Release // The Progressive Fish-Culturist. 54. P. 137-147.

Banks J.L. 1994. Raceway density and water flow as factors affecting spring chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) during rearing and after release // Aquaculture. 119. P. 201-217.

Banks J.L., Burger C.V. 1998. Effect of rearing density on post-release survival and adult contribution of tule fall chinook salmon, spring creek national fish hatchery // Fish Technology Center, Information Brief. 98-1. 5 p.

Bartholomew J. 2010. Reducing Disease Risks Caused by Pathogens Associated with Columbia River Hatcheries // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 may 2010. Portland. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Berejikian B.A., Tezak E.P., Schroder S.L. 2001. Reproductive behavior and breeding success of captive-reared chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // North American Journal of Fisheries Management. 21. P. 255-260.

Berejikian B.A., Tezak E.P., Schroder S.L., Knudsen C.M., Hard J.J. 1997. Reproductive behavioral interactions between wild and captive-reared coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) // ICES Journal of Marine Science. 54. P. 1040-1050.

Bernard R.L., Myers K. 1996. The performance of quantitative scale pattern analysis in the identification of hatchery and wild steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 53. P. 1727-1735.

Bigler B.S., Welch D.W., Helle J.H. 1996. A review of size trends among North Pacific salmon *Oncorhynchus spp.* // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 455-465.

Bonneville Fish Hatchery. 1998. Oregon Department of Fish and Wildlife. 8 p.

Buckley R.M., Blankenship H.L. 1990. Internal tags and marks. Internal extrinsic identification systems: overview of im-

planted wire tags, otolith marks, and parasites // Am. Fish. Soc. Symp. 7. P. 173-182.

Bugert R.M., Mendel G.W., Seidel P.R. 1997. Adult Returns of Subyearling and Yearling Fall Chinook Salmon Released from a Snake River Hatchery or Transported Downstream // North American Journal of Fisheries Management. 17. P. 638-651.

Cle Elum. 1997. Supplementation and Research Facility. Bonneville Power Administration. 7 p.

Cook R. MacDonald J., Irvine J.R. 2009. Canadian enhanced salmonid production during 1978- 2008 (1977-2007 brood years). NPAFC Doc. 1182. 10 pp.

Cross C.L., Kling A.E., Lehmann S.J. 1994. A Preliminary Assessment of Canadian Enhanced Salmon Production, 1977 – 1992. Document submitted to the Annual Meeting of the North Pacific Anadromous Fish Commission, Vladivostok, Russia. October. 17 p.

Daugherty D.J., Sutton T.M., Greil R.W. 2003. Life-history characteristics, population structure, and contribution of hatchery and wild steelhead in a Lake Huron tributary // J. Great Lakes Res. 29. N 3. P. 511-520.

Davis N.D. 1987. Variable selection and performance of variable subsets in scale pattern analysis. Document submitted to annual meeting of the INPFC. FRI-UW-8713. 47 p.

Dittman A.H., Quinn T.P., Nevitt G.A. 1996. Timing of imprinting to natural and artificial odors by coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) // Can. J. Fish, and Aquat. Sci. 53, № 2, P. 434-442.

Dittman A.H., Quinn T.P., Dickhoff W.W., Larsen D.A. 1994. Interactions between novel water, thyroxine and olfactory imprinting in underyearling coho salmon, *Oncorhynchus Kisutch* (Walbaum) // Homing and Straying Salmon: Int. Conf. and Workshop, Roros, 25-29 Oct., 1993 ///Aquacult. and Fish. Manag. 25, Sup. I. № 2. P. 157-169.

Fleming I.A., Petersson E. 2001. The ability of released hatchery salmonids to breed and contribute to the natural productivity of wild populations // Nordic Journal of Freshwater Research. 75. P. 71-98.

Foerster R.E. 1968. The sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. Bull. Fish. Res. Board Can. 162. Ottawa. 422 p.

Fukuwaka M., Kaeriyama M. 1994. A method for estimating growth pattern of hatchery reared chum salmon by scale analysis and back-calculation. NPAFC Doc. 77. 11 p.

Fuss H.J. 1995. Hatcheries are a tool: they are as good or as bad as the management goals that guide them // Washington Department of Fish and Wildlife Hatcheries Program. Olympia, Washington. 19 p.

Geiger H.J. 2000. Alaska Commercial Salmon Management: Theory and Practice with respect to Large-Scale Enhancement // Proceedings of the Russian-American Conf. on Salmon Conservation: Interaction of Wild and Hatchery Salmon. Khabarovsk, 4-8 October 1999. Khabarovsk: KhoTINRO. C. 50.

Gharrett A.J., Smoker W.W. 1994. Outbreeding depression in hybrids of odd and even year pink salmon //16 Northeast Pacific Pink and Chum Salmon Workshop, Juneau, AK (USA), 24-26 Feb 1993. P. 71-76.

Gilles O. 2002. Disease interactions between wild and cultured fish-Perspectives from the American Northeast (Atlantic Provinces) // Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 22, N 2. P. 103-109.

Handeland S.O., Jarvi T., Ferno A., Stefansson S.O. 1996. Osmotic stress, antipredator behaviour, and mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 53, № 12. P. 2673-2680.

Hatchery Facts. 1998. Oregon Department of Fish and Wildlife. Backgrounder, 2/7/1998. 1 p.

Healey M.C. 1991. Life history of chinook salmon // Pacific salmon life histories. University of British Columbia Press, Vancouver. P. 311-393.

Heard W. 1998. Do hatchery salmon affect the North Pacific Ocean ecosystem? // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. No. 1. P. 405-411.

Heard W. 2010. An overview of salmon stock enhancement in Southeast Alaska // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 may 2010. Portland. Presentation abstracts. P. 31. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Heard W., Burkett R., Thrower F., McGee S. 1995. A review of chinook salmon resources in Southeast Alaska and development of an enhancement program designed for minimal hatchery-wild stock interaction // 15. Int. Symp. and Workshop on Uses and Effects of Cultured Fishes in Aquatic Ecosystems, Albuquerque, NM (USA), 12-17 Mar 1994. Uses And Effects Of Cultured Fishes In Aquatic Ecosystems., American Fisheries Society, Bethesda, MD

(USA). Vol. 15. P. 21-37.

Heath D.D., Devlin R.H., Heath J.W., Iwama G.K. 1994. Genetic, environmental and interaction effects on the incidence of backing in *Oncorhynchus tshawytscha* (chinook salmon) // Heredity. 72. № 2. P. 146-154.

Hedrick P.W., Hedgecock D., Hamelberg S., Croci S.J. 2000. The impact of supplementation in winter-run chinook salmon on effective population size // J. Hered. 91, № 2. P. 112-116.

Hilborn R., Winton J. 1993. Learning to enhance salmon production—Lessons from the salmonid enhancement programme // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50. P. 2043-2056.

Hino H., Iwai T., Yamashita M., Ueda H. 2005. Molecular Biological Study on Olfactory Imprinting Related Genes in Salmon // NPAFC Technical Report No. 6. P.78-79.

Hiroi O. 1998. Historical Trends of Salmon Fisheries and Stock Conditions in Japan // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. No. 1. P. 23-27.

<http://www.npafc.org/>

Imai N., Sagawa Y., Kudo H., and Kaeriyama M. 2007. A comparison of secondary sexual characters and age composition of wild and hatchery chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the Yurappu River, Southern Hokkaido in Japan // North Pacific Anadromous Fish Commission. Technical Report No. 7. P. 115-116.

Isaksson A. 1988. Salmon ranching: a world review // Aquaculture, No 75. P. 1-33.

Ishida Y., Ito S., Kaeriyama M., McKinnell S., Nagasawa K. 1993. Resent changes in age and size of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in the North Pacific Ocean and possible causes // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 290-295.

Jarvi T., Hadeland S., Uglem I. 1991. Evolutionary constrains on the antipredator behaviour of seaward migrating Atlantic salmon smolt // 22nd Int. Ethol. Conf., Kyoto, 22-29 Aug., 1991: Abstr. [Kyoto]. P. 98.

Kaeriyama M. 1996. Changes in Body Size and Age at Maturity of a Chum Salmon, *Oncorhynchus keta*. Population Released from Hokkaido in Japan. National Salmon Hatchery, Sapporo, Japan. NPAFC Doc. 208. 9 p.

Kaeriyama M. 1998. Dynamics of chum salmon, *Oncorhynchus keta*, populations released from Hokkaido, Japan // NPAFC Bull.

№ 1. P. 90-102.

Kaeriyama M. 1999. Hatchery Programmes and Stock Management of Salmonid Populations in Japan // Stock Enhancement and Sea ranching. Chapter 10. Oxford: Fishing News Books. P. 153-167.

Kaeriyama M. 2003. Evaluation of carrying capacity of Pacific salmon in the North Pacific Ocean for ecosystem-based sustainable conservation management // NPAFC Technical Report No. 5. P. 1-4.

Kaeriyama M. 2010. Ecological interactions across habitats and life histories of Pacific salmon in the North Pacific // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 may 2010. Portland. Presentation abstracts. P. 20. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Kaeriyama M., Mayama H. 1996. Rehabilitation of wild chum salmon population in Japan // Tech. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 165, 41-52.

Kaeriyama M., Urawa S., Fukuwaka M. 1995. Variation in Body Size, Fecundity, and Egg Size of Sockeye and Kokanee Salmon, *Oncorhynchus nerka*, Released from Hatchery // Scientific Reports of the Hokkaido Salmon Hatchery. No. 49. P. 1-9.

Kent M.L., Whitaker D.J., Higgins M.J., Blackburn J.M., Dawe S.C. 1995. Manifestation of proliferative kidney disease in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Fish Pathol. 30, № 2. P. 93-99.

Kevin A., Joan T. 2002. Disease interactions between wild and cultured fish: Observations and lessons learned in the Pacific Northwest // Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol. 22, N 2. P. 95-102.

Klovatch N.V. 2000. Tissue degeneration in chum salmon and carrying capacity of the North Pacific Ocean // NPAFC Bull. 2000. N. 2. P. 83-88.

Klovatch N.V. 2001. The Loss of Navigational Abilities as a Mortality Factor of Salmon During the Marine Period of Life // Proceedings of the 20th Northeast Pacific Pink and Chum Workshop, Seattle, USA, March 21-23. P. 115-123.

Knudsen C.M., Schroder S.L., Busack C.A., Johnston M.V., Pearsons T.N., Bosch W.J., Fast D.E. 2006. Comparison of life history traits between first-generation hatchery and wild upper Yakima River spring Chinook salmon // Trans. Am. Fish. Soc. 135.

P. 1130–1144.

Kobayashi T. 1980. Salmon propagation in Japan // Salmon Ranching. Academic Press, London. P. 91-107.

Kostow K. 2000. Using a PVA Model to test Design Scenarios of Hatchery Programs to Increase the Size of Wild Populations // Proceedings of the Russian-American Conf. on Salmon Conservation: Interaction of Wild and Hatchery Salmon. Khabarovsk, October 4-8, 1999. Khabarovsk: KhoTINRO. P. 68.

Kostow K. 2008. Factors that contribute to the ecological risks of salmon and steelhead hatchery programs and some mitigating strategies // Reviews in Fish Biology and Fisheries, 19(1): 9- 31.

Kostow K.E., Marshall A.R., Phelps S.R. 2003. Naturally spawning hatchery steelhead contribute to smolt production but experience low reproductive success // Trans. Am. Fish. Soc. 132. P. 780-790.

Kuhn B.R. 1988. The MRP-reporter program: A data extraction and reporting tool for the Mark Recovery Program database // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1625. 145 p.

Lackey R.T. 2002. Salmon recovery: learning from successes and failures // Northwest Science. 76(4) P. 356-360

Lehmann S., Irvine J.R. 2006. Canadian Enhanced Salmonid Production During 1978-2005 (1977-2004 brood years). NPAFC Doc. 980. 13 p.

Levin P.S., Williams J.G. 2002. Interspecific effects of artificially propagated fish: an additional conservation risk for salmon // Conservation Biology. 16. P. 1581-1587.

Lichatowich J. 1999. Salmon without rivers: A history of the Pacific salmon crisis. Island Press, Washington, D.C. 317 p.

MacKinlay D.D., Lehmann S., Bateman J., Cook R. 2004. Pacific Salmon Hatcheries in British Columbia // American Fisheries Society Symposium, 44. P. 57–75.

Mahnken C., Ruggerone G., Waknitz W., Flagg T. 1998. A Historical Perspective on Salmonid Production from Pacific Rim Hatcheries // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. No. 1. P. 38-53.

Maule A.G., Tripp R.A., Kaattari S.L., Schreck C.B. 1989. Stress alters immune function and disease resistance in chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // J. Endocrinol. 120, № 1. P. 135-142.

Miyakoshi Y., Urabe H., Nagata M., Kaeriyama M., Seong

K.B. 2010. Current status of wild and hatchery chum salmon in Hokkaido // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 May 2010. Portland. Presentation abstracts. P. 33. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Mundie J.H., Mounce D.E., Simpson K.S. 1990. Seminatural rearing of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), smolts, with an assessment of survival to the catch and escapement // Aquacult. and Fish. Manag. 21, № 3, P. 327-345.

Nagata M., Kaeriyama M. 2004. Salmonid status and conservation in Japan // Proceedings from the World Summit on Salmon. Edited by Gallagher P. and Wood L. Chapter 9. P. 89-97.

Nagata M., Miyakoshi Y., Kaeriyama M. 2010. Conservation principles of naturally spawning salmonids in Hokkaido, Japan // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 May 2010. Portland. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Naish K.A., Taylor J.E., Levin P.S., Quinn T.P., Winton J.R., Huppert D., Hilborn R. 2008. An Evaluation of the Effects of Conservation and Fishery Enhancement Hatcheries on Wild Populations of Salmon Advances // Marine Biology. Vol. 53 P. 61-194.

Ohkuma, K., Nomura T. 1991. An approach to the efficient enhancement of masu salmon through the release of juveniles into streams // Marine ranching: Proceedings of the seventeenth U.S.-Japan meeting on aquaculture; Ise, Mie Prefecture, Japan. NOAA Tech. Rep. NMFS 102. P. 151-159.

Pacific salmon and their ecosystems. 1997. Shoulder D.J., Bisson P.A., Naiman R.J. eds. New York: Chapman and Hall. 685 p.

Pearsons T.N., Hopley C.W. 1999. A Practical Approach for Assessing Ecological Risks Associated with Fish Stocking Programs // Fisheries Management. Vol. 24, No 9. P. 16-23.

Perry E.A., Cross C.L. 1993. A preliminary assessment of Canadian enhanced salmon production, 1974 - 1990. Document submitted to the Annual Meeting of the NPAFC, Vancouver, Canada, November. 15 p.

Prentice E.F., Park D.L., Flagg T.A., McCutcheon S. 1986. A study to determine the biological feasibility of a new fish tagging system, 1985-1986 // Annual Report of Research Funded

by Bonneville Power Administration. Project 83-319. Seattle, Washington. 91 p.

Program Coordination and Assessment Division. Canadian enhanced salmon production 1977-1999. 2000. NPAFC DOC. 496. Dept. of Fisheries and Oceans, Habitat and Enhancement Branch, Vancouver, B. C. 9 p.

Reisenbichler R.R., Rubin S.P. 1999. Genetic changes from artificial propagation of Pacific salmon affect: the productivity and viability of supplemented populations // ICES Journal of Marine Science. 56. P. 459-466.

Rogatnykh A., Akinicheva E., Safronenkov B. 2001. The dry method of otolith mass marking // NPAFC Tech. Rept. No 3. P. 3-5.

Roppel P. 1982. **Alaskas salmon hatcheries** 1891-1959. Portland, Or.: National Marine Fisheries Service. 299 p.

Saito T. 2002. Factors affecting survival of hatchery-reared chum salmon in Japan // NPAFC Tech. Rept. No 4. P. 37-38.

Saunders R.L., Allen K.R. 1967. Effects of tagging and of fin clipping on the survival and growth of Atlantic salmon between smolts and adult stages // J. Fish. Res. Board. Canada. V. 24, No12.

Schnute J.T., Mulligan T.J., Kuhn B.R. 1990. An errors-in-variables bias model with an application to salmon hatchery data // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. 47, № 7. P. 1453-1467.

Selina M.V., Khorevin L.D. 2003. First experience in estimating returns of the thermally marked pink salmon at Sakhalin hatcheries. NPAFC Doc. 672. 11 p.

Seo H., Kim S., Kang S., Seong K. 2005. A new estimation of salmon return rate and its use in environmental studies // Abstracts PISEC 14th annual meeting. Vladivostok, Russia, Sept. 29 – Oct. 9 2005. P. 124.

Seong K.B. 1998. Artificial propagation of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Korea // N.Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. No. 1. P. 375-379.

Shannon C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication // Bell. System Technical J. Vol. 27. P. 379-423.

Summary 1993/94. 1995. Hokkaido Salmon Hatchery. Fisheries Agency of Japan. 14 p.

Taylor J.E. 1999. Making Salmon: An Environmental History of the Northwest Fisheries Crisis. University of Washington Press, Seattle, Washington. 488 p.

The Northwest Salmon Crisis: A Documentary History. 1996. Corvallis: Oregon State University Press, 374 p.

Urabe H., Miyakoshi Y., Nagata M. 2010. Conservation and enhancement of masu salmon in Hokkaido, Japan // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 May 2010. Portland. Presentation abstracts. P. 33. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Volk E. Josephson R.P. 2009. Alaska Salmon Hatchery Releases, Commercial Fishery Catch Statistics, and Sport Fishery Catch Statistics for 2008 Season. NPAFC. Doc. No. 1198. 5 pp.

Volobuev V.V. 2000. Long-term changes in the biological parameters of chum salmon of the Okhotsk sea // N. Pacif. Anadromous Fish Commiss. Bull. 2. P. 175-180.

Vvedenskaya T.L., Travina T.N. 2001. Feeding and Food Interrelation Between Juveniles of Pink Salmon and Chum Salmon of Natural and Hatchery Fish Reproduction During the Period of Downstream Migration to the Paratunka River // Proceedings of the 20th Northeast Pacific Pink and Chum Workshop, Seattle, USA, March 21-23, 2001. P. 153.

Weber D., Whale R.J. 1969. Effect of fin clipping on survival of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // J. Fish. Res. Board Canada. V.26. No 5. P. 1263-1271.

Welch D.W., Morris J.F.T. 1994. Evidence for density-dependent marine growth in British Columbia pink salmon populations. NPAFC Doc. 97. 33 p.

White B. 2007. Alaska salmon enhancement program 2006 annual report. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Management Report No. 07-04, Anchorage. 55 p.

White B. 2010. Alaska salmon enhancement program 2009 annual report. Alaska Department of Fish and Game, Fishery Management Report. No. 10-05, Anchorage. 53 p.

Williams R.N., Lichatowich J.A., Mundy P.R., Powell M. 2003. Integrating artificial production with salmonid life history, genetic, and ecosystem diversity: a landscape perspective. Issue Paper for Trout Unlimited, West Coast Conservation Office, Portland. 83 p.

Winton J. 2010. Disease risks posed by hatchery salmon // State of the Salmon, Conference 2010: Ecological Interactions

Between Wild And Hatchery Salmon, 4-7 may 2010. Portland. Presentation abstracts. P. 17. http://www.stateofthesalmon.org/conference2010/downloads/Wed_presentations...

Zaporozhec O.M., Zaporozhec G.V. 1993. Preparation of hatchery-reared chum fry for life at sea: osmoregulation dynamics // J. Fisheries Oceanography. Oxford, V2: No 2. P. 91-96.

Zaporozhets O.M., Zaporozhets G.V. 1999. Differentiation of Pacific salmon stocks from scale structure: appropriate use of some two-dimensional parameters // The NPAFC Int. Symposium: Recent Changes in Ocean Production of Pacific Salmon. November 1-2, 1999. Juneau, Alaska, USA. P. 84.

Zaporozhets O.M., Zaporozhets G.V. 2000. Using the Coordinates of some Character Points of Scales for Differentiation of Pacific Salmon Stocks // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. No. 2. P. 325-329.

Zaporozhets O.M., Zaporozhets G.V. 2003. Structure and Dynamics of the Paratunka River Chum and Pink Salmon Stocks, East Kamchatka // Proceedings of the 21st Northeast Pacific Pink and Chum Salmon, Victoria, British Columbia, Canada, February 26-28. P. 230-237.



Запорожец Г. В. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории динамики численности лососей КамчатНИРО. Работает в институте с 1979 г., после окончания Красноярского государственного университета. Автор около 100 научных публикаций.

Запорожец О. М. – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории динамики численности лососей КамчатНИРО. После службы в армии окончил Калининский государственный университет. Работает в институте с 1982 г., автор около 130 научных публикаций.



Запорожец Г. В. и Запорожец О. М. много лет занимались исследованием экологии, физиологии и поведения тихоокеанских лососей, технологическими разработками в области лососеводства, изучением влияния искусственного воспроизводства лососей на состояние естественных и смешанных популяций, динамикой численности этих рыб, дифференциацией популяций (по структуре чешуи), а также оценкой браконьерского изъятия тихоокеанских лососей в пресных водах Камчатки.

Научное издание

Галина Васильевна Запорожец
Олег Михайлович Запорожец

**Лососевые рыбоводные заводы
Дальнего Востока в экосистемах
Северной Пацифики**

Распространяется бесплатно

Подписано в печать 13.04.2011. Формат 60 x 84/16.
Гарнитура "Verdana". Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 15,58. Тираж 500 экз. Заказ № 1317.

Издательство «Камчатпресс».
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а.
www.kamchatpress.ru

Отпечатано в ООО «Камчатпресс».
683017, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, 12а.