

**АКВАКУЛЬТУРА
AQUACULTURE**

Научная статья

УДК 639.371:597.552.511

DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-661-678

EDN: GPMPXI

**ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ
ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ****А.Н. Макоедов^{1,2}, А.А. Макоедов^{3*}**¹ Донской государственной технической университет,
344003, г. Ростов-на-Дону, площадь Гагарина, 1;² Южный научный центр РАН,
344006, г. Ростов-на-Дону, просп. Чехова, 41;³ Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИПРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Мероприятия по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей на российском Дальнем Востоке, как правило, проводят с грубыми нарушениями научных рекомендаций. Возможно, именно поэтому позитивные и негативные последствия лососеводства в значительной мере нейтрализуют друг друга. Для основных промысловых районов Северной Пацифики отмечена следующая особенность. Там, где рыболовные мероприятия проводят наиболее активно, происходит сокращение уловов лососей, а там, где воспроизводство практически полностью обеспечивают природные нерестилища, уловы растут. Рыболовство, сохранение природных популяций и искусственное воспроизводство молодежи выступают как самостоятельные и обособленные сферы деятельности. В значительной степени это обусловлено общим состоянием отечественного лососевого хозяйства.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, горбуша, кета, лососевое хозяйство, рыболовство, искусственное воспроизводство, лососевые рыболовные заводы

Для цитирования: Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Искусственное воспроизводство и состояние запасов тихоокеанских лососей // Изв. ТИПРО. — 2022. — Т. 202, вып. 3. — С. 661–678. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-661-678. EDN: GPMPXI.

Original article

Artificial reproduction and status of stock for pacific salmon**Anatoly N. Makoedov^{1,2}, Anton A. Makoedov³**^{1,2} D.Biol., professor, tomak06@mail.ru, ORCID 0000-0002-8866-1828,
Don State Technical University, 1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russia;
Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
41, Chekhov Ave., Rostov-on-Don, 344006, Russia³ makoedov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245,
Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* *Макоедов Анатолий Николаевич, доктор биологических наук, профессор, tomak06@mail.ru, ORCID 0000-0002-8866-1828; Макоедов Антон Анатольевич, аспирант, makoedov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245.*

Abstract. Artificial reproduction of pacific salmon in the Russian Far East, as a rule, is carried out with gross violations of scientific recommendations. Perhaps, that's why positive and negative effects of the salmon farming largely neutralize each other. The following paradox is noted for the Far-Eastern basin: the salmon catches decrease in the areas where fish farming is active but increase in the areas where the salmon reproduction is almost completely provided by natural spawning grounds. Fishery, conservation of natural populations, and artificial reproduction of fish juveniles are still separate and disconnected spheres in Russia, largely due to general state of the national salmon economy.

Keywords: pacific salmon, pink salmon, chum salmon, salmon farming, fish farming, artificial reproduction, salmon hatchery

For citation: Makoedov A.N., Makoedov A.A. Artificial reproduction and status of stock for pacific salmon, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 3, pp. 661–678. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-661-678. EDN: GPMPXI.

Введение

В настоящий период запасы тихоокеанских лососей российского происхождения находятся на историческом максимуме. При этом значительно возросли объемы выпуска искусственно выращенной молоди кеты и горбуши. Насколько взаимосвязаны эти события? Авторы предлагают свой вариант ответа на данный вопрос.

Основными задачами искусственного воспроизводства считаются:

1) увеличение рыбопродукции и восстановление запасов, подорванных промыслом или неблагоприятными воздействиями на экосистемы нерестовых водоемов [Вронский, 1980; Рухлов, 1980, 1989];

2) увеличение численности популяций по сравнению с исторически сложившимся уровнем [Хоревин, 1989];

3) искусственное формирование популяций, эксплуатация которых может принести хозяйственную пользу [Казаков, 1989].

Эффективность рыболовной деятельности оценивают с учетом промыслового возврата искусственно воспроизведенной молоди и вклада в воспроизводство запасов [Вронский, 1980; Казаков, 1981; Запорожец, Запорожец, 2011].

В Северной Пацифике начиная с 1870-х гг. действует около 800 лососевых рыбодоводных заводов (ЛРЗ). Значительная их часть расположена в Японии и США [Радченко, 2021].

В России также накоплен большой опыт лососеводства [Вронский, 1980; Рослый, 1980; Рухлов, 1984; Гриценко и др., 1987; Алтухов и др., 1997; Макоедов, 1999; Алтухов, 2003; Макоедов и др., 2009; Запорожец, Запорожец, 2011; Ефанов, Бойко, 2014; Марковцев, Акулин, 2014; Леман и др., 2015; Стекольщикова, 2015; Литвиненко, Попова, 2016; Коцюк, 2020; Радченко, 2021; и др.]. Для решения 1-й и 2-й задач, упомянутых выше, необходимо соблюдать следующие основные правила: 1) при проведении рыбодоводных мероприятий учитывать популяционную структуру стад; 2) закладывать на инкубацию оплодотворенную икру, полученную от местных производителей, представляющих все периоды нерестового хода и все размерные группы; 3) не производить интродукцию оплодотворенной икры с других нерестовых водоемов. При решении 3-й задачи искусственного воспроизводства перечисленные правила неактуальны. Однако под сомнение поставлена корректность самой задачи, поскольку многие международные соглашения и конвенции запрещают проводить акклиматизационные мероприятия, т.е. осуществлять интродукцию чужеродного генетического материала в природные экосистемы [Алтухов, 2003].

Цель предлагаемой работы: на основании результатов собственных исследований и наблюдений, литературных источников, данных НПАФК [<http://www.npafc.org>] и различных служебных материалов открытого доступа оценить влияние искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на состояние запасов этой группы рыб.

Результаты и их обсуждение

Кардинальные позитивные изменения технологий рыбоводства в 1950–1960-е гг. привели к существенному повышению выживаемости лососей на ранних стадиях онтогенеза, увеличению промысловых возвратов и экономических показателей деятельности ЛРЗ [Запорожец, Запорожец, 2011]. Благодаря этому в 1970–1980-е гг. на обоих побережьях почти синхронно произошло кратное увеличение объемов выпуска заводской молоди тихоокеанских лососей (рис. 1, 2). В период с 1952 по 1975 г. искусственно воспроизводили суммарно в среднем ежегодно около 0,8 млрд экз. молоди тихоокеанских лососей, в период с 1976 по 2021 г. — более 4,5 млрд экз.

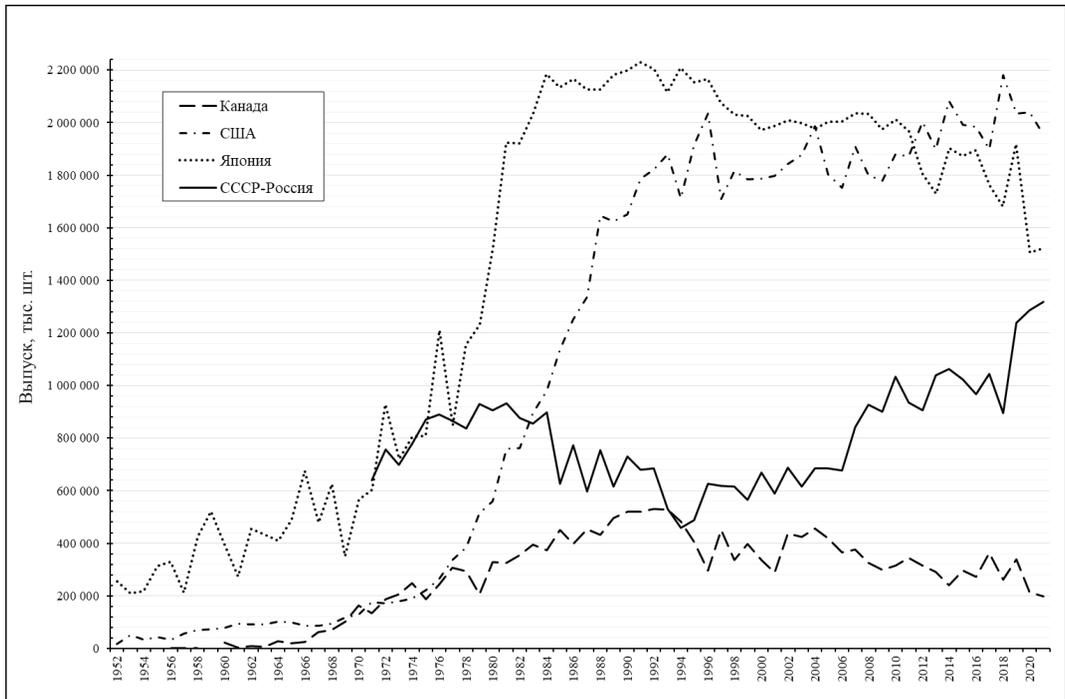


Рис. 1. Выпуск искусственно воспроизведенной молоди тихоокеанских лососей разными странами

Fig. 1. Release of artificially reproduced juveniles of Pacific salmon, by countries

При сопоставлении периодов 1952–1970 гг. и 1971–2021 гг. средние суммарные уловы на каждом из побережий Тихого океана одинаково (в 1,8 раза) возросли (рис. 3). Однако вряд ли рост запасов обусловили лишь рыбоводные мероприятия, поскольку их активизация в значительной мере совпала с положительными трендами естественной многолетней динамики численности тихоокеанских лососей на обоих побережьях. Похожая ритмика изменений численности отмечена у других массовых промысловых рыб, не затронутых рыбоводными мероприятиями [Кляшторин, Любушин, 2005]. Для биологических и небиологических совокупностей лососей различных иерархических уровней показано [Макоедов и др., 1994а, б; Макоедов, 1999; Каев, 2010; Запорожец, Запорожец, 2011; Коцюк, 2020; и др.], что рыбоводные мероприятия не оказывали заметного влияния на исторически сложившуюся динамику численности этих совокупностей. Поэтому невыполнимой оказалась одна из задач развития лососеводства — устранить различие в величине нерестовых подходов генераций горбуши четных и нечетных лет [Радченко, 2021].

В японском вылове, в отличие от вылова других стран, добывающих тихоокеанских лососей, уже с начала 1970-х гг. подавляющую долю устойчиво составляла кета (рис. 4). По-видимому, до начала 1980-х гг. такие показатели в значительной мере

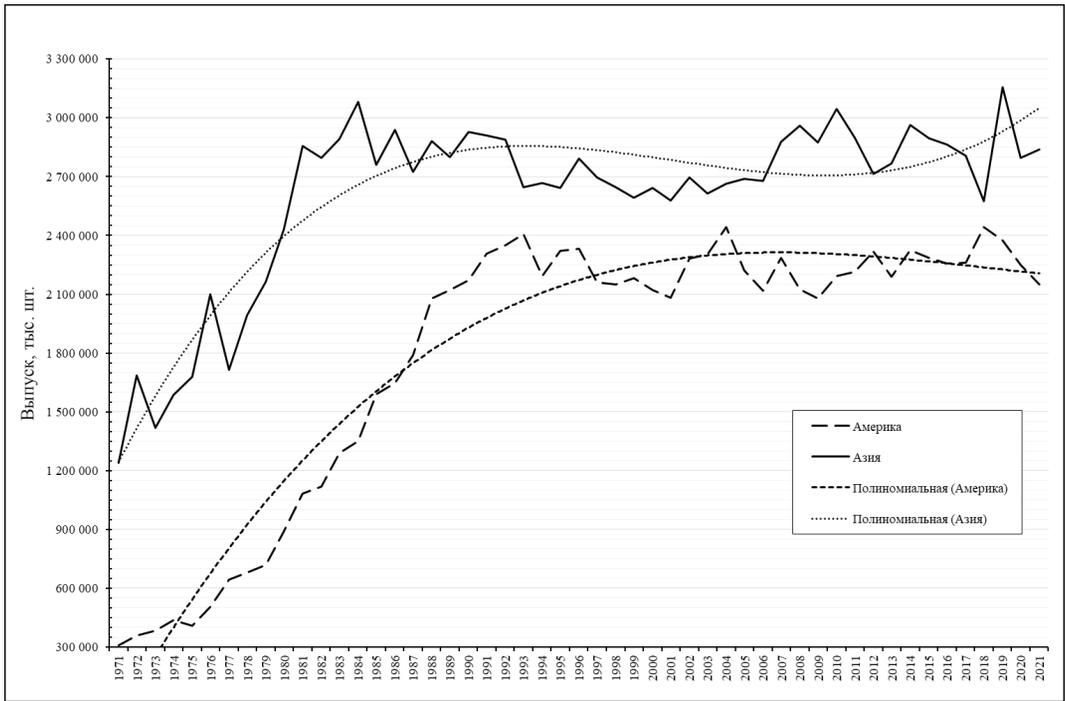


Рис. 2. Выпуск искусственно воспроизведенной молоди на американском и азиатском побережьях Тихого океана

Fig. 2. Release of artificially reproduced juveniles of pacific salmon on the American and Asian coasts of the North Pacific

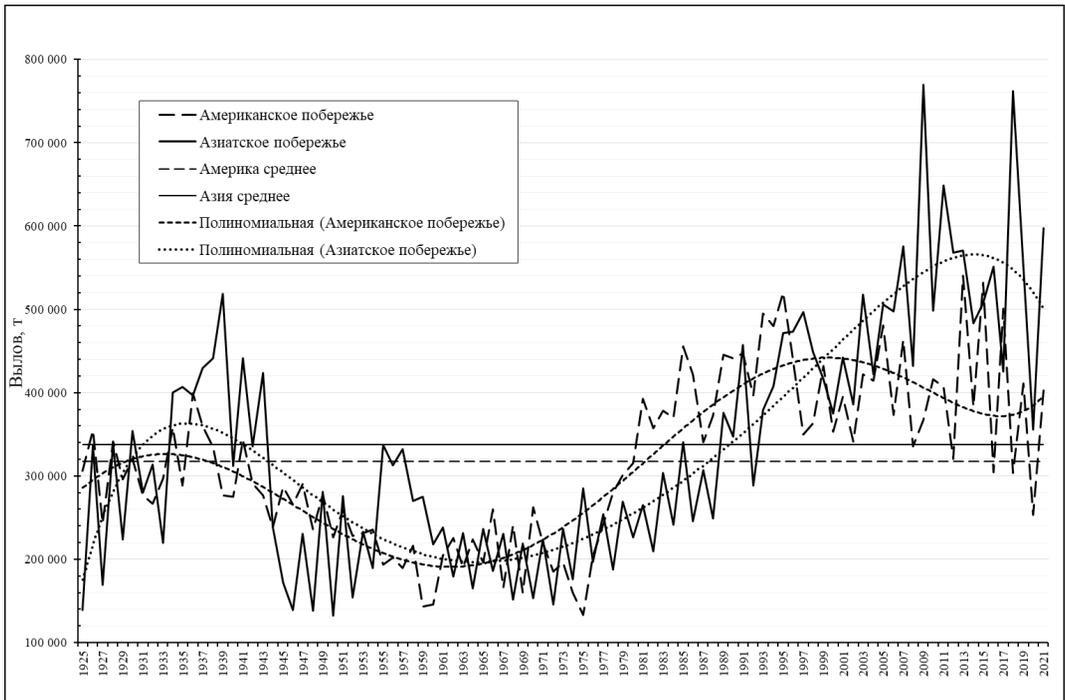


Рис. 3. Вылов тихоокеанских лососей

Fig. 3. Annual catch of pacific salmon

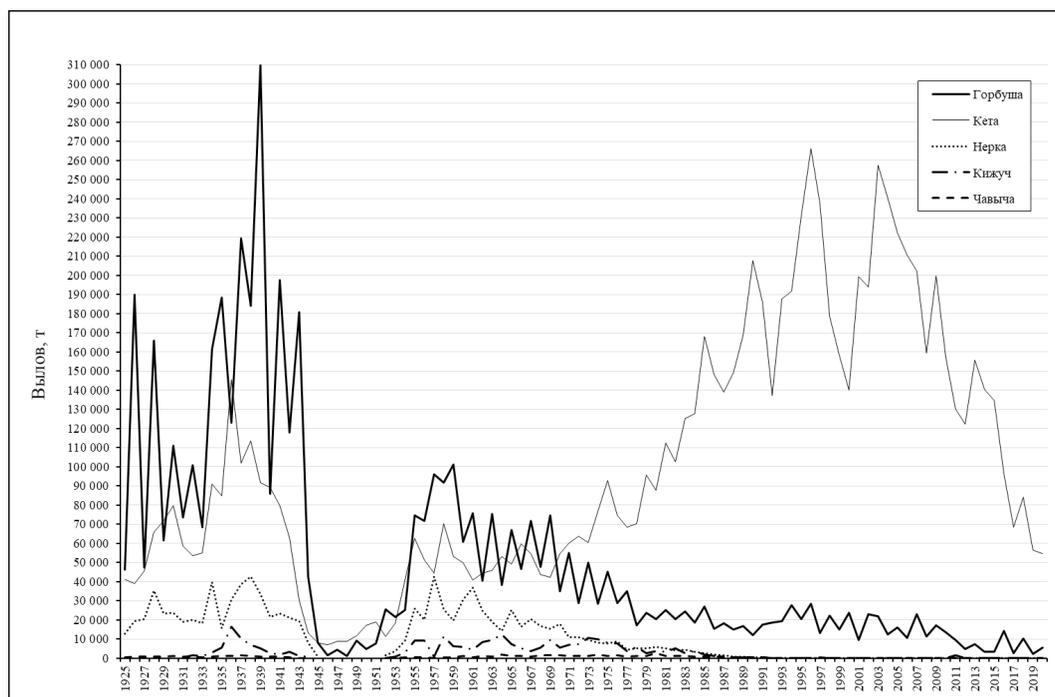


Рис. 4. Японский вылов тихоокеанских лососей

Fig. 4. Japanese catch of Pacific salmon

определяли морские дрефтерные уловы рыб российского происхождения. Однако затем основу японского вылова стала формировать искусственно воспроизводимая кета. Среднегодовые объемы ее добычи в 1985–2013 гг. находились на уровне около 184 тыс. т, а максимальные значения достигали 266 тыс. т. Расчетный коэффициент возврата доходил почти до 7% [Kitada, 2014]. Однако во втором десятилетии нынешнего века возвраты искусственно произведенной кеты, а соответственно и уловы резко пошли на спад. В 2021 г. японские рыбаки выловили 54,6 тыс. т кеты. У поколений 2012 и 2013 гг. закладки икры на инкубацию коэффициент возврата сократился примерно до 1%, приблизившись к показателям естественного воспроизводства. Кроме того, отмечено прогрессирующее старение совокупности рыболовной кеты о. Хоккайдо, выразившееся в увеличении доли рыб старших возрастных классов в промысловых возвратах [Радченко, 2021].

Неоднозначно развивалась ситуация с искусственным воспроизводством японской горбуши. Ее возвраты на о. Хоккайдо с конца 1980-х до середины 2000-х гг. оценивали на уровне 5%, а в отдельные годы — 12% и даже 16% [Hiroi, 1998; Kaeriyama, 1999]. Однако более пристальное изучение вопроса показало, что основную часть промысловых скоплений формировали не заводские рыбы, а те, которым удавалось преодолеть рыболовные заграждения и отнереститься естественным образом в реках [Morita et al., 2006a, b]. Уточненные оценки показали, что действительные значения коэффициентов возврата искусственно произведенной горбуши находились в интервале от 0,05 до 1,30% [Радченко, 2021].

Соответствующим образом изменилась оценка экономической эффективности искусственного воспроизводства горбуши на о. Хоккайдо. В 1990-е гг. полагали, что при общих затратах на воспроизводство в пределах 10–14 млрд иен японские рыбаки получали уловы стоимостью 50–90 млрд иен [Hiroi, 1998]. Однако дополнительные расчеты, проведенные в первой половине 2010-х гг., показали, что общая стоимость уловов горбуши, произведенной на ЛРЗ, не превышает 0,3 млрд иен [Ohnuki et al., 2015], т.е. рыболовные мероприятия весьма убыточны.

Несмотря на то что результативность лососеводства Японии оказалась заметно ниже, чем ее оценивали 20–30 лет назад, вряд ли японский опыт в целом следует трактовать как безуспешный. Достаточно вспомнить, что активизация искусственного воспроизводства кеты началась в период, когда естественный нерест этого вида почти полностью блокировали браконьеры, и запасы пришли в сильнейший упадок. Объемы вылова кеты на уровне около 50 тыс. т — вполне достойный показатель общего состояния лососевого хозяйства Японии. Тем не менее продолжающееся сокращение возвратов кеты вызывает вполне обоснованное сомнение в перспективности ее искусственного воспроизводства [Радченко, 2021]. Возможно, именно поэтому в показателях выпуска молоди с японских ЛРЗ наметились отрицательные тренды (см. рис. 1).

Наша страна в 1970-е гг. по объемам выпуска искусственно воспроизведенной молоди (около 0,9 млрд экз.) не уступала Японии и значительно превосходила США (рис. 1). В 1980 г. в СССР была принята амбициозная комплексная целевая программа (КЦП) «Лосось» [Марковцев, Акулин, 2014]. На первом этапе (1981–1985 гг.) планировали строительство на Дальнем Востоке 18 ЛРЗ, в том числе на Камчатке (3), Сахалине (2), Амуре (5), в Магадане (5) и Приморье (2). При подготовке второй очереди программы (1988–1995 гг.) планировали на Камчатке запустить 2 ЛРЗ, Сахалине — 7, Амуре — 3, в Магадане — 2, и Приморье — 1. КЦП «Лосось» предусматривала получение за счет заводского воспроизводства дополнительного вылова тихоокеанских лососей до 88 тыс. т в год, при том что в 1970-е гг. средний отечественный вылов составлял менее 100 тыс. т. В ходе реализации программы, учитывая огромный естественный нерестовый фонд рек Камчатки (400 млн м²), сочли нецелесообразным строительство там новых ЛРЗ. Центром искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей определили Сахалин, учитывая исторический опыт региона. Реализовать КЦП «Лосось» в полной мере помешал развал Советского Союза.

В 1980–2000-е гг. отечественные ЛРЗ выпускали около 0,6–0,7 млрд экз. искусственно воспроизведенной молоди, т.е. на 20–30 % меньше, чем в предыдущее десятилетие. Вернуться к советским показателям удалось лишь в самом конце 2000-х гг. В 2010-е гг. дальневосточные ЛРЗ выпускали 0,9–1,2 млрд экз. молоди. Более 80 % обеспечивал Сахалино-Курильский регион.

Несмотря на происходивший в 1980–2000-е гг. на российском Дальнем Востоке спад рыболовной активности и значительный рост ННН-промысла, наступил очередной период высокого уровня численности тихоокеанских лососей с каскадом промысловых рекордов. В 2005 г. отечественный вылов превысил предыдущую наивысшую отметку (260 тыс. т), достигнутую в 1949 г. В 2007 г. добыли 349 тыс. т, в 2009 г. — 554, в 2018 г. — 666 тыс. т.

Вклад Сахалино-Курильского региона, определяющего показатели отечественного лососеводства, в общие уловы тихоокеанских лососей за 1971–2021 гг. представлен на рис. 5. Четко выражено снижение показателей. Если в первом десятилетии нынешнего столетия в рыбные годы доля Сахалинской области находилась обычно на уровне около 50 %, а в нерыбные не снижалась менее чем до 25 %, то к концу второго десятилетия доля региона стала менее 15 %.

Значительно сократились нерестовые подходы горбуши, которая исторически определяла общие объемы сахалинского вылова тихоокеанских лососей. По-видимому, существенное влияние на такое сокращение, кроме чрезмерной промысловой нагрузки, оказали мероприятия по искусственному воспроизводству кеты. Абсолютные значения добычи кеты в последние годы несколько возросли. Однако они возросли в целом по Дальнему Востоку России, поэтому пока неизвестно, чем именно обусловлено увеличение вылова кеты в Сахалино-Курильском регионе: деятельностью ЛРЗ или общими тенденциями роста численности кеты российского происхождения. Изменения доли Сахалинской области в общем вылове горбуши и кеты по десятилетним периодам не проявляют зависимости от рыболовных мероприятий (рис. 6).

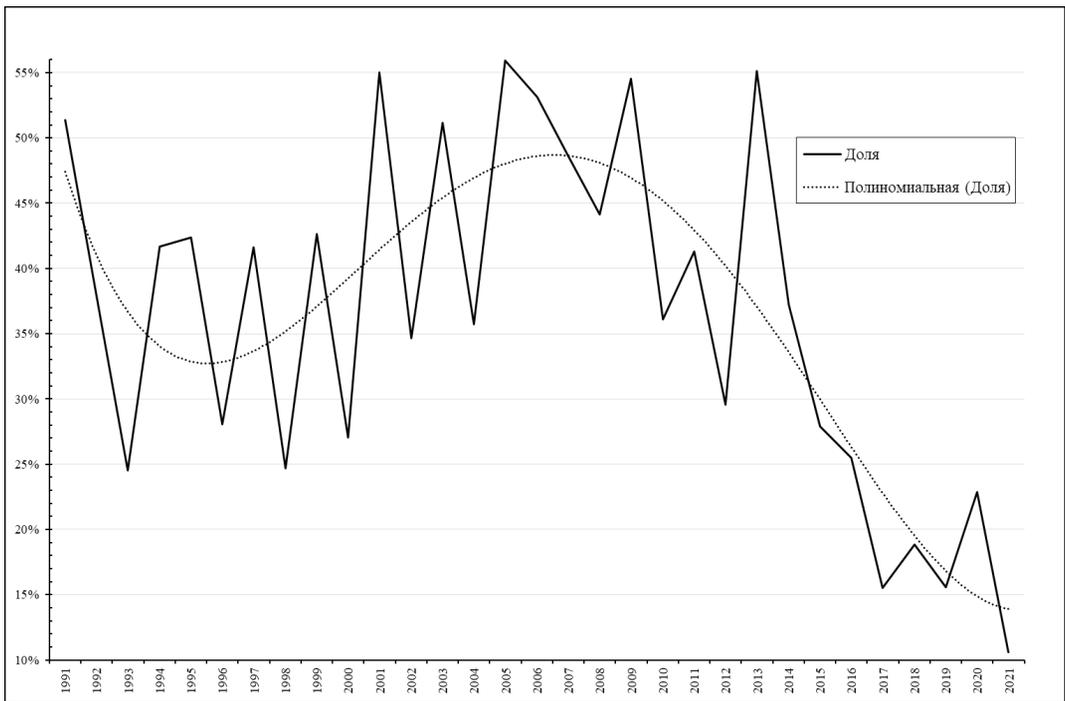


Рис. 5. Доля Сахалино-Курильского региона в отечественном вылове тихоокеанских лососей

Fig. 5. Portion of the Sakhalin-Kuril region in the national catch of Pacific salmon

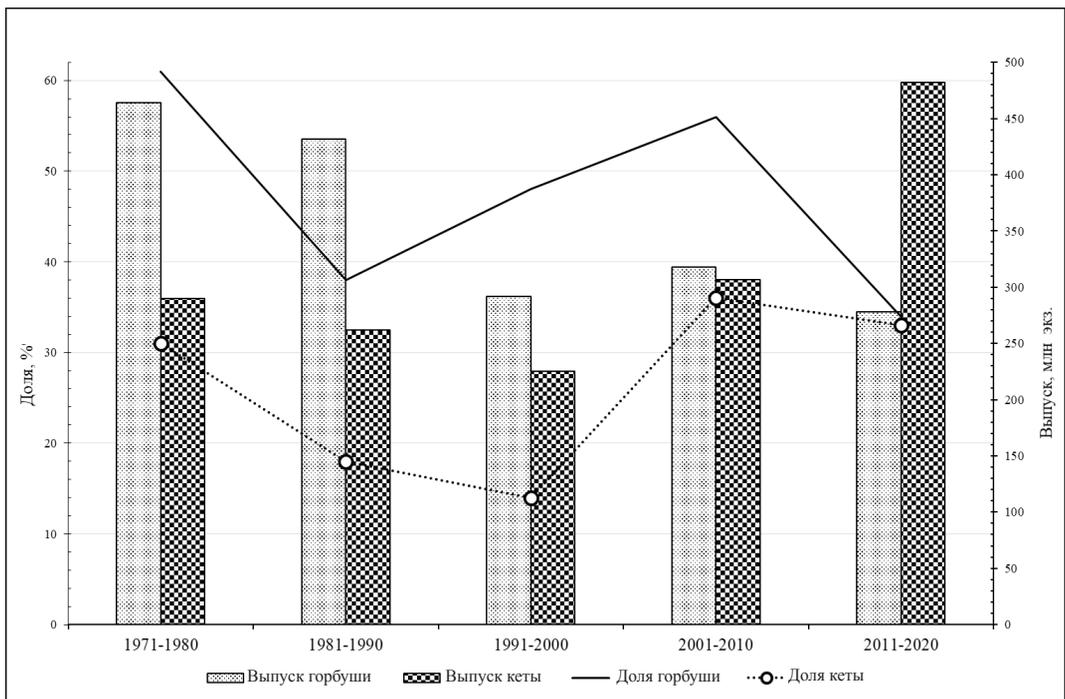


Рис. 6. Доля в отечественных уловах горбуши, кеты и выпуск молоди этих видов в Сахалино-Курильском регионе

Fig. 6. Portions of pink and chum salmon in domestic catch and release of juveniles in the Sakhalin-Kuril region

На примере наиболее исторически значимого с точки зрения лососевого хозяйства Сахалина охотоморского побережья острова можно проследить, как изменялось значение этого района в общероссийских уловах тихоокеанских лососей. На рис. 7 видно, что нынешнее падение доли горбуши выражено сильнее, чем прежде. Никогда ранее вылов этого вида на восточном Сахалине непрерывно на протяжении 5 лет не был менее 10 % (а точнее 8 %) общего.

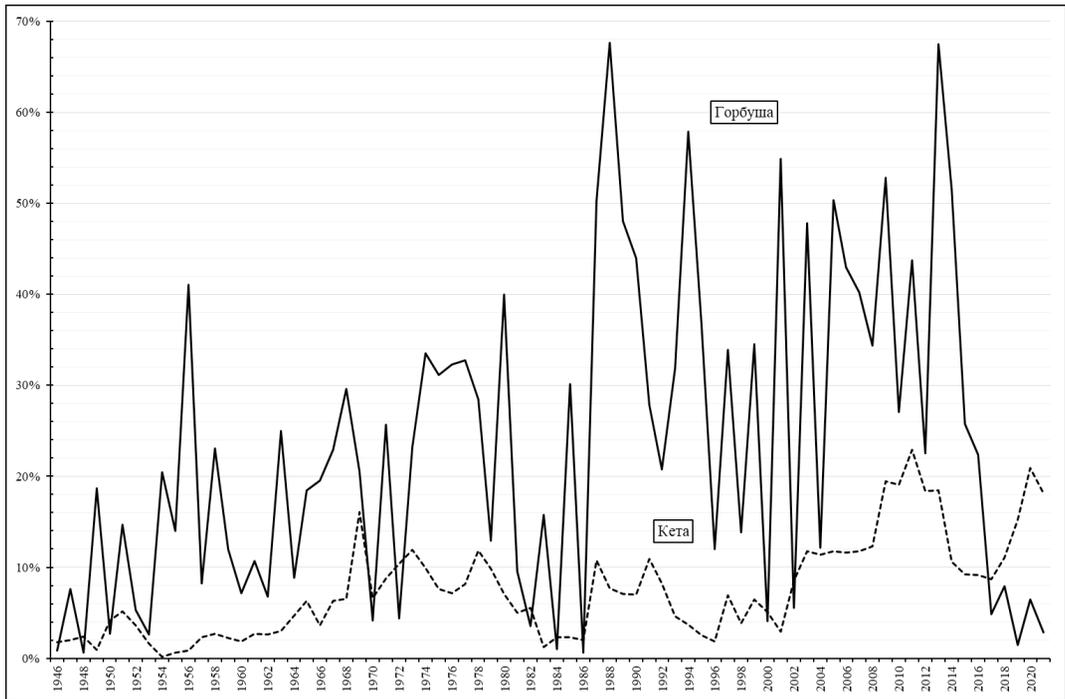


Рис. 7. Вклад охотоморского побережья Сахалина в отечественные уловы горбуши и кеты
 Fig. 7. Contribution of the Okhotsk coast of Sakhalin to domestic catch of pink and chum salmons

Вклад обсуждаемого района в общие отечественные уловы кеты за период с 2002 по 2021 г. составил в среднем 14 %, а за предыдущий период с 1992 по 2001 г. — 5 %. Рыбоводные заводы, расположенные на охотоморском побережье Сахалина, выпустили молоди кеты в 1988–1997 гг. и в 1998–2017 гг. в среднем соответственно 117 и 198 млн экз. Рост показателей вылова в 1,6 раза превысил увеличение показателей выпуска. Исходя из приведенных данных, напрашивается предположение о существенном повышении эффективности искусственного воспроизводства кеты в нынешнем столетии и позитивном влиянии лососеводства на увеличение численности восточно-сахалинских группировок данного вида. Однако график, приведенный на рис. 8, заставляет усомниться в однозначности такого предположения.

При среднегодовом выпуске молоди 148 млн экз. в 1998–2002 гг. среднегодовая доля вылова кеты охотоморского побережья Сахалина в 2002–2006 гг. составила 11 %. При выпуске 241 млн экз. в 2010–2014 гг. доля в 2014–2017 гг. составила 9 %, а при выпуске 219 млн экз. в 2016–2018 гг. доля в 2019–2021 гг. — 18 %. Приведенные примеры свидетельствуют о том, что объемы выпуска молоди и вылова производителей слабо синхронизированы между собой. Следовательно, вопрос о степени влияния искусственного воспроизводства на состояние запасов группировок кеты, воспроизводящихся в районе такого влияния, по-прежнему остается открытым.

Оценки коэффициентов возврата искусственно воспроизведенной в Сахалино-Курильском регионе молоди тихоокеанских лососей сильно разнятся. Для горбуши приводят значения в интервале от 1,0 до 13,5 %; для кеты — от 0,1 до 9,0 % [Смирнов и др., 2006; Стеколыщикова, 2015; Литвиненко, Попова, 2016; и др.]. Наиболее высо-

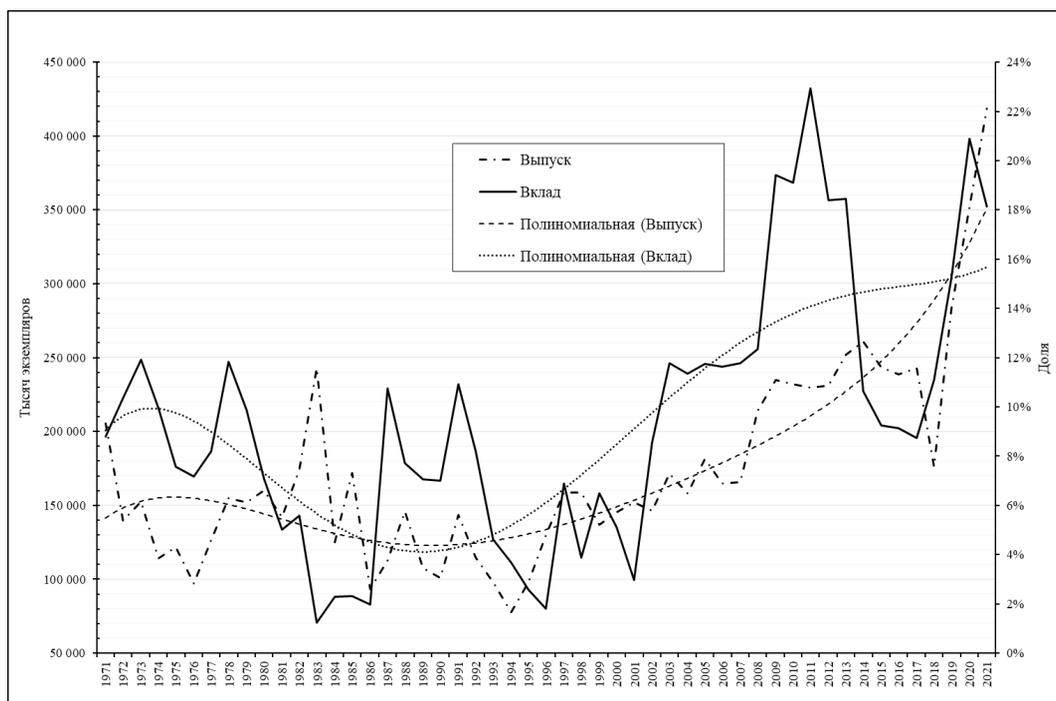


Рис. 8. Вклад в общероссийский вылов кеты и выпуск ее молоди ЛРЗ охотоморского побережья Сахалина

Fig. 8. Release of chum juveniles from the fish hatcheries located on the Okhotsk coast of Sakhalin and this area contribution to the total Russian catch of chum salmon

кие оценки, по-видимому, были обусловлены несовершенством методик и/или некорректностью принятых допущений [Радченко, 2021]. Если же соотнести данные о выпуске островных ЛРЗ с данными об уловах, то напрашивается вывод, что средние коэффициенты возврата искусственно воспроизведенной молоди кеты и горбуши на рыболовных предприятиях Сахалинской области в лучшем случае вряд ли превышают показатели природных стад.

Не лучшим образом обстоят дела с искусственным воспроизводством лососей на Камчатке и Амуре. Его влияние на численность стад ничтожно мало [Запорожец, Запорожец, 2011; Коцюк, 2020].

В Магаданской области коэффициенты возврата искусственно выращенной кеты оценивают в интервале от 0,01 до 0,10 % [Акиничева, 2001; Рогатных, 2001; Хованская, 2008; Марковцев, Акулин, 2014]. У природных группировок кеты этого региона коэффициенты возврата находятся в пределах от 0,4 до 1,0 % [Костарев, 1970; Волобуев, Марченко, 2011]. В процессе обеспечения магаданских ЛРЗ оплодотворенной икрой были сильно подорваны запасы уникальных природных популяций кеты бассейнов основных рек-доноров — Ямы и Тауя [Макоедов, 1999; Смирнов и др., 2006; Марковцев, 2008; Хованская, 2008].

В научной литературе [Алтухов и др., 1997; Алтухов, 2003; Экологическое взаимодействие..., 2010*; Запорожец, Запорожец, 2011; Коцюк, 2020; Радченко, 2021; и др.] приведено множество примеров неблагоприятного воздействия искусственно воспроизведенной рыбы на природные стада.

Впечатляют затраты на получение одного килограмма вылова от искусственно воспроизведенной молоди. По некоторым камчатским ЛРЗ они составляли для чавычи до 4,5 тыс. руб., для кижуча до 4,6, для кеты до 5,4 тыс. руб. [Запорожец, Запорожец, 2011].

* Экологическое взаимодействие искусственно разведенных и диких лососей: тез. докл. конф. Портленд, Орегон, США, 2010. 23 с.

Исходя из «Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утвержденной приказом Минсельхоза России от 31.03.2020 № 167, и стоимости молоди тихоокеанских лососей для компенсационных мероприятий, нетрудно рассчитать затраты на килограмм возврата. Для сахалинской искусственно воспроизведенной кеты значения находятся в интервале от 250 до 450 руб.

В последние годы безусловное лидерство по уловам тихоокеанских лососей захватил Камчатский полуостров, где деятельность немногочисленных ЛРЗ практически не влияет на общее воспроизводство лососевых стад. В целом по тихоокеанскому бассейну при сопоставлении периодов с 2011 по 2015 г. и с 2016 по 2020 г. за очень небольшим исключением можно заметить сокращение уловов тихоокеанских лососей от 14 до 77 % в районах, где более всего практикуют искусственное воспроизводство молоди. Для районов, где лососеводство отсутствует или развито очень слабо, напротив, для сравнимых периодов отмечено увеличение уловов от 40 до 124 % [Радченко, 2021]. Вряд ли отмеченные тенденции обусловлены исключительно естественными причинами.

Судя по всему, общая ситуация с искусственным воспроизводством вполне закономерна, если исходить из теоретических представлений о популяционной организации тихоокеанских лососей, разработанных отечественными исследователями, и прежде всего выдающимся русским ученым академиком Ю.П. Алтуховым [2003], длительное время руководившим Институтом общей генетики РАН. По-видимому, необходимые условия, позволяющие рассчитывать на относительно длительное (в эволюционном понимании) существование искусственно воспроизводимых стад, не удалось соблюсти даже японским рыбоводам. Природа в очередной раз указала человеку на его место в этом мире.

Возникает закономерный вопрос: почему в нашей стране столь активно пытаются развивать лососеводство, несмотря на совсем неочевидные достижения в плане реализации обозначенных выше задач, многочисленные критические выступления ученых, практиков и довольно показательные примеры негативного свойства? Даже на Камчатке, где в последние годы рыбопромышленники в полной мере не могут освоить всю допустимую к изъятию биомассу нерестовых подходов, полностью обеспеченную естественным воспроизводством природных стад, все настойчивее продавливают идею широкомасштабного строительства ЛРЗ. В СМИ [например, fishnews.ru], ссылающихся на высоких должностных лиц региона, речь идет о возможном сооружении более ста (!!!) рыбоводных предприятий.

Прежде чем попытаться ответить на данный вопрос, приведем небольшую цитату из статьи ведущих специалистов по части искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей, представляющих Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). *«Отсутствие четкой концепции пастбищного лососеводства приводит к тому, что до сих пор не сформированы подходы к рациональному распределению усилий и средств между поддержанием воспроизводства диких популяций, регулированием промысла и искусственным воспроизводством. Необходимость комплексного рассмотрения этих трех сфер лососевого хозяйства особенно актуальна для Дальнего Востока, где естественный нерест и промысел лососей сохраняют значительные масштабы. Целесообразность развития пастбищного лососеводства в некоторых районах Дальнего Востока с самого начала была спорным вопросом. Говорилось (и до сих пор некоторые исследователи настаивают на этом), что в условиях хорошей сохранности нерестового фонда пастбищное лососеводство не должно играть сколько-нибудь серьезной роли, а поддержание естественного воспроизводства за счет охранных, мелиоративных и других мер экономически рентабельнее, чем осуществление дорогостоящих рыбоводных мероприятий... В настоящее время отсутствие единого регламента строительства и эксплуатации ЛРЗ, оценки экологической и экономической эффективности их деятельности создает угрозу бесконтрольного создания ЛРЗ, что может повлечь за собой увеличение пресса на природные популяции либо в виде конкурентной борьбы за кормовую базу и место-*

обитания, либо в виде перелова» [Леман и др., 2015, с. 118]. Близкие по содержанию мысли содержат и некоторые другие публикации, упомянутые выше.

Несомненно, первопричина противоречий кроется в том, что собственник запасов тихоокеанских лососей российского происхождения — наше государство — в нормативном правовом поле не обозначило приоритеты по распределению усилий и средств между поддержанием воспроизводства диких популяций, регулированием промысла и искусственным воспроизводством. Вряд ли подготовка и принятие соответствующих управленческих решений возможны без надежной и (что крайне важно) непредвзятой научной проработки обсуждаемых вопросов. Однако отраслевая наука упорно старается избегать задач, связанных с формированием моделей устойчивого развития лососевого хозяйства, в которых объектом ведения (пользования) выступали бы не географические координаты мест постановки орудий промысла, а естественные природные совокупности тихоокеанских лососей. Такие модели должны рассматривать пользование не только в части освоения запасов, но и в части сохранения природных популяций и среды их обитания. Только при таком подходе может быть устранен нарастающий антагонизм между рыбаками и рыбводами (все более и более осваивающими функции рыбаков). Сложившаяся (в значительной мере стихийно) практика пользования запасами тихоокеанских лососей игнорирует основное биологическое содержание популяции (стада) как единицы изучения, сохранения (включая все способы воспроизводства) и эффективного промысла (предполагающего адекватные состоянию запасов меры регулирования).

Неопределенности на уровне принятия государственно значимых для лососевого хозяйства России решений провоцируют бесконечные дискуссии, участники которых стараются убедить друг друга, что рыболовство, сохранение природных популяций и искусственное воспроизводство молодежи — это самодостаточные и глубоко обособленные сферы деятельности.

Изъяны системы государственного управления запасами водных биоресурсов, отчетливо проявляющиеся в функционировании отечественного лососевого хозяйства [Макоедов, Кожемяко, 2007], привели к тому, что искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей стало весьма прибыльным бизнесом, которым охотно занимаются частные предприниматели. В 1990-е гг. предприятия, декларировавшие строительство ЛРЗ, наделяли квотами на вылов лососей. Стоимость улова обычно значительно превышала строительные затраты. В 2000–2010-е гг. перешли к формированию различных программ развития дальневосточных территорий, предусматривающих немалые бюджетные ассигнования для строительства ЛРЗ и последующее возмещение затрат на осуществление рыбоводных мероприятий. В таких условиях количество ЛРЗ множится невиданными темпами. В Сахалино-Курильском регионе в 2013 г. было 38 рыбоводных предприятий. Сейчас их около 70.

В советское время, несмотря на призывы ученых и соответствующие постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР, так и не перешли к оценке результатов рыбоводной деятельности по объемам вылова, а не закладке оплодотворенной икры на инкубацию или выпуску молодежи. Вероятно, реализация таких установок привела бы к полному сворачиванию лососеводства.

В последнее время ситуация стала еще более удивительной. Государство финансирует не добавленный прирост биомассы промысловых возвратов к естественному уровню, а сооружение объектов, технически пригодных для инкубирования оплодотворенной икры и получения молодежи с весьма предположительными промысловыми перспективами. В целях обеспечения деятельности таких сооружений нередко уничтожают природные популяции самих базовых рек и/или рек-доноров. На официальном сайте Сахалинского филиала Главрыбвода [www.sakhrybvod.ru; обращение 04.06.2022] только для 5 ЛРЗ упомянуты коэффициенты промысловых возвратов (наиболее свежая информация по заводам за 2013 г.).

Сформировалась вполне очевидная последовательность. Деньги на сооружение объектов, пригодных для искусственного воспроизводства молоди потрачены, персонал набран, планы сверстаны. Теперь все это обязано работать. Даже если вред от работы будет значительно превышать пользу. Если остановить налаженный таким образом процесс, кому-то придется уже в рамках иного процесса ответить за израсходованные попусту средства, за неминуемое сокращение рабочих мест и т.д. и т.п. Подтверждением может служить история совершенно бессмысленного существования самого крупного в Магаданской области Тауйского ЛРЗ [Куманцов, 2008].

Согласно Федеральному закону от 02.07.2013 г. № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве)...», рыбоводные хозяйства являются собственниками объектов аквакультуры. Это вполне логично, учитывая, что подавляющую часть искусственно выращенной товарной продукции дают прудовые, садковые и бассейновые хозяйства. Однако с недавних пор наличие ЛРЗ стало юридическим основанием для получения эксклюзивных прав на промышленный вылов лососей вблизи заводов. При этом генеративная принадлежность вылавливаемых производителей зачастую носит лишь предположительный характер. Упомянутым законом определено, что «рыбоводные хозяйства, которые осуществляют пастбищную аквакультуру в отношении анадромных видов рыб, приобретают право собственности на добытые (выловленные) объекты аквакультуры в соответствии с гражданским законодательством, договором пользования рыбоводным участком, находящимся в государственной или муниципальной собственности, и *актом выпуска...*».

Из практики сельского хозяйства давно известны пастбищное и стойловое содержание крупного рогатого скота. В первом случае животные потребляют подножный корм, во втором его доставляют в стойла (коровники или огороженные загоны). При этом во всех случаях стада находятся под постоянным контролем человека. Применение словосочетания «пастбищная аквакультура» по отношению к тихоокеанским лососям, совершающим миграции протяженностью тысячи километров без какого-то ни было присмотра, вряд ли корректно, особенно учитывая то обстоятельство, что примерно 99 % мальков, отправленных с ЛРЗ на «пастбищное содержание», к родным берегам больше никогда не вернутся.

Произошло замещение исторически сложившегося понимания искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей как способа сохранения и поддержания природных запасов [Викторовский и др., 1986; Гриценко и др., 1987; Алтухов и др., 1997; Алтухов, 2003; и др.], механизма, позволяющего обеспечить пополнение молодь в случае крайне неблагоприятных условий естественного воспроизводства [Куманцов, 2008], на концепцию получения товарной продукции. Экологическая основа подменена экономической, а точнее бесхитростным стремлением к получению максимальной прибыли. При таком подходе те, кто призывает не забывать о необходимости сохранения природных популяций, регулирования промысла и естественного воспроизводства тихоокеанских лососей, все более и более оказываются в проигрыше. Но еще в большем проигрыше оказываются природные совокупности тихоокеанских лососей, а следовательно, основополагающие стратегические интересы России.

В последнее время нередко можно услышать мнение, что будущее лососевого хозяйства российского Дальнего Востока связано с развитием рыбоводства. В Сахалинской области такое мнение фактически стало генеральной линией управления и практического использования, прежде всего, запасов кеты. В связи с этим нельзя не отметить один момент. На официальном сайте регионального министерства рыбного хозяйства размещена презентация ВНИРО, в которой обозначены основные принципы, обеспечивающие оптимизацию пастбищного лососеводства. Принципы правильные, однако практика лососеводства в Сахалино-Курильском регионе с ними мало согласуется.

Деятельность, связанная с искусственным воспроизводством тихоокеанских лососей, позволяет добиваться очень зрелищных результатов. В условиях рыбоводных предприятий успешно развивается практически вся оплодотворенная икра, кардинально сокращается смертность личинок и мальков до момента их выпуска в естественную

среду. Потенциал популяционной плодовитости, отождествляемый с рыбой, задействованной в любом варианте воспроизводства, на ЛРЗ реализуется до 5–6 раз (возможно, и более) выше по сравнению с естественным воспроизводством. По-видимому, на этом перечень преимуществ так называемого пастбищного выращивания заканчивается.

Уже на этапе ската природная рыба начинает быстро наверстывать упущенное, казалось бы, преимущество. Специалистам давно известно, что искусственно воспроизведенная молодь, у которой естественные защитные рефлексы зачастую работают с обратным знаком, служит очень легкой добычей хищников. Она почти не адаптирована к активному поиску пищи. Поскольку заводская молодь не приучена к невзгодам и опасностям, ее выживаемость, особенно на ранних этапах самостоятельной жизни, значительно ниже, чем у дикой [Запорожец, Запорожец, 2011; Стекольщикова, 2015; Радченко, 2021; и др.].

При проведении рыбоводных мероприятий нередко нарушают научные рекомендации, прежде всего касающиеся недопустимости межзаводских перевозок искусственно оплодотворенной икры и селективного отбора производителей [Алтухов и др., 1997; Макоедов, 1999; Алтухов, 2003; Коцюк, 2020; и др.]. Литературные источники, в том числе упомянутые выше, содержат множество примеров сокращения биологического разнообразия и нарушения популяционно-генетической структуры группировок, затронутых искусственным воспроизводством. В результате таких нарушений у лососевых популяций снижается устойчивость к неблагоприятным природным воздействиям.

Заходящие на нерест производители тихоокеанских лососей привносят огромные количества вещества и энергии, фактически обеспечивая существование экосистем лососевых рек. Они занимают значительное место в рационе питания многих наземных животных (от медведей до бурундуков) и птиц [Коновалов, 1985]. При переходе к искусственному воспроизводству, сопровождаемому тотальным изъятием производителей, перспективы лососевых рек и прибрежных обитателей вполне понятны. На Сахалине за период обильных подходов горбуши в 2000-е — начале 2010-х гг. численность медведей, по оценкам охотоведов, стала примерно в 4 раза выше среднеисторических показателей. После существенного сокращения промысловых подходов этого вида и опустения нерестовых рек резко увеличилась статистика случаев агрессивного поведения медведей по отношению к людям.

Традиционно промысел тихоокеанских лососей был ориентирован на получение их мяса. Когда распробовали вкус икры, ее, тем не менее, рассматривали как второстепенный продукт, хотя и деликатесный. Искусственно воспроизведенная рыба, добываемая вблизи ЛРЗ, обычно находится на 4–5 стадии зрелости, имеет сильно выраженный брачный наряд, очень низкое содержание жира в мышечной ткани. Такая рыба не особо пригодна для употребления в пищу. В советское время ее обычно направляли на зверофермы, а использование икры, полученной на ЛРЗ, для питания людей было запрещено. Теперь такая рыба поступает в продуктовые магазины, а из икры, не пригодной для закладки на инкубацию, разрешено выпускать пищевую продукцию. Естественно, доля непригодной для закладки на инкубацию икры резко увеличилась.

Жители чукотского пос. Марково, расположенного в верхнем течении р. Анадырь, с течением времени принаровились употреблять в пищу отнерестившуюся кету. Соответствующий продукт с весьма спорными вкусовыми свойствами на местный лад называют «никуя». Нетрудно понять этимологию этого слова. Кета, добываемая в районах, наиболее затронутых рыбоводными мероприятиями, своим внешним видом очень напоминает марковскую «никую». Не хотелось бы думать, что именно в таком виде предстанет перед новыми поколениями граждан нашей страны будущее отечественного лососевого хозяйства.

Заключение

Мероприятия по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей на российском Дальнем Востоке, как правило, проводят с грубыми нарушениями научных

рекомендаций. Возможно, именно поэтому позитивные и негативные последствия лососеводства в значительной мере нейтрализуют друг друга.

Для основных промысловых районов Северной Пацифики отмечена следующая особенность. Там, где рыболовные мероприятия проводят наиболее активно, происходит сокращение уловов лососей. Там, где воспроизводство практически полностью обеспечивают природные нерестилища, уловы растут.

Рыболовство, сохранение природных популяций и искусственное воспроизводство молодежи выступают как самостоятельные и обособленные сферы деятельности. В значительной степени это обусловлено общим состоянием отечественного лососевого хозяйства.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают глубокую признательность рецензентам. Их конструктивные замечания в значительной мере способствовали повышению качества данной статьи.

The authors express their deep gratitude to reviewers for their constructive comments that greatly improved the article quality.

Финансирование работы (FUNDING)

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № ГР проекта 122020100328-1.

The article is prepared as implementation of the State Order to the Southern Scientific Center of Russian Ac. Sci., Project № GR 122020100328-1.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Авторы заявляют, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST).

The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors equally participated in the data collection and processing, discussed results of the data analysis, and wrote the text of article.

Список литературы

Акинничева Е.Г. Использование маркирования отолитов лососевых рыб для определения эффективности рыболовных заводов // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : сб. науч. тр. МагаданНИРО. — 2001. — Вып. 1. — С. 288–296.

Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях : учеб. пособие. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ИКЦ «Академкнига», 2003. — 431 с.

Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб : моногр. — М. : Наука, 1997. — 288 с.

Викторовский Р.М., Бачевская Л.Т., Ермоленко Л.Н. и др. Генетическая структура популяций кеты северо-востока СССР и проблемы рационального использования ее запасов // Биол. моря. — 1986. — № 2. — С. 51–59.

Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел) : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2011. — 303 с.

Вронский Б.Б. О повышении эффективности искусственного разведения дальневосточных лососей // Лососевидные рыбы. — Л. : Наука, 1980. — С. 175–183.

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

Ефанов В.Н., Бойко А.В. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области : моногр. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2014. — 124 с.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыболовные заводы Дальнего Востока в экосистемах северной Пацифики : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. — 268 с.

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

Казаков Р.В. Разведение атлантического лосося *Salmo salar* L. II. Эффективность работы рыболовных заводов // Особенности биологии лососевых рыб : Науч. тр. ГосНИОРХ. — 1981. — Вып. 163. — С. 13–23.

Казаков Р.В. Экологический подход к рыболовному процессу при искусственном формировании популяций проходных лососевых рыб // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. — С. 112–124.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.

Коновалов С.М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.

Костарев В.Л. Колебания выживаемости охотской кеты // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 71. — С. 123–131.

Кочюк Д.В. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур: история, современное состояние, перспективы // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 530–550. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-530-550.

Куманцов М.И. Искусственное воспроизводства водных биоресурсов в 2008 году // Рыб. хоз-во. — 2008. — № 6. — С. 15–17.

Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 105–120.

Литвиненко А.В., Попова Д.С. Эффективность работы некоторых рыболовных заводов Сахалина по результатам массового маркирования тихоокеанских лососей // Вестн. КамчатГТУ. — 2016. — № 38. — С. 81–89. DOI: 10.17217/2079-0333-2016-38-81-89.

Макоедов А.Н. Кариология, биохимическая генетика и популяционная фенетика лососевидных рыб Сибири и Дальнего Востока : моногр. — М. : УМК «Психология», 1999. — 291 с.

Макоедов А.Н., Бачевская Л.Т., Рогатных А.Ю. Искусственное воспроизводство и состояние популяций кеты рек северного побережья Охотского моря // Вестн. ДВО РАН. — 1994а. — № 3. — С. 64–73.

Макоедов А.Н., Бачевская Л.Т., Рогатных А.Ю. и др. Влияние рыболовных мероприятий на состояние популяций кеты рек северного побережья Охотского моря // Науч. тр. ГосНИОРХ. — 1994б. — Вып. 308. — С. 243–256.

Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России : моногр. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2007. — 480 с.

Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. Азиатская кета : моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2009. — 356 с.

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

Марковцев В.Г., Акулин В.Н. Анализ состояния и перспективы разведения лососей на Дальнем Востоке России // Бюл. № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — С. 111–120.

Радченко В.И. Состояние запасов и промысла горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta* (Salmonidae, Salmoniformes) в районах их массового искусственного воспроизводства // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 4. — С. 140–181. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-140-181.

Рогатных А.Ю. 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. науч. тр. МагаданНИРО. — 2001. — Вып. 1. — С. 282–287.

Рослый Ю.С. Эффективность и перспективы заводского воспроизводства лососей в бассейне Амура // Лососевидные рыбы. — Л. : Наука, 1984. — С. 189–191.

Рухлов Ф.Н. Масштабы и эффективность разведения тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Лососевидные рыбы. — Л. : Наука, 1980. — С. 184–188.

Рухлов Ф.Н. Разведение тихоокеанских лососей: проблемы и резервы // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. — С. 85–93.

Смирнов Б.П., Леман В.Н., Шульгина Е.В. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в России. Современное состояние, проблемы и перспективы // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: мат-лы Междунар. науч.-практ. семинара. — Петропавловск-Камчатский : Камчатский печатный двор, 2006. — С. 16–26.

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

Хованская Л.Л. Научные основы лососеводства в Магаданской области : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2008. — 167 с.

Хоревин Л.Д. Искусственное разведение тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. — С. 94–104.

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

Kaeriyama M. Hatchery programmes and stock management of salmonid populations in Japan / eds B.R. Howell, E. Moksness, T. Svasand // Stock enhancement and sea ranching. — Oxford, UK : Blackwell Scientific Publications, 1999. — P. 153–167.

Kitada S. Japanese chum salmon stock enhancement: current perspective and future challenges // Fish. Sci. — 2014. — Vol. 80. — P. 237–249. DOI: 10.1007/s12562-013-0692-8.

Morita K., Morita S.H., Fukuwaka M. Population dynamics of Japanese pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): are recent increases explained by hatchery programs or climatic variations? // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2006a. — Vol. 63, № 1. — P. 55–62.

Morita K., Saito T., Miyakoshi Y. et al. A review of Pacific salmon hatchery programmes on Hokkaido Island, Japan // ICES J. Mar. Sci. — 2006b. — Vol. 63, Iss. 7. — P. 1353–1363. DOI: 10.1016/j.icesjms.2006.03.024.

Ohnuki T., Morita K., Tokuda H. et al. Numerical and economic contributions of wild and hatchery pink salmon to commercial catches in Japan estimated from mass otolith markings // N. Am. J. Fish. Manage. — 2015. — Vol. 35, № 3. — P. 598–604. DOI: 10.1080/02755947.2015.1020078.

References

Akinicheva E.G. The use of salmon otolith marking to determine the efficiency of fish hatcheries, in *Sb. nauchn. tr. "Sostoyanie i perspektivy rybokhozyaistvennykh issledovaniy v basseine severnoi chasti Okhotskogo morya"* (Collect. Sci. Works "The Status and the Prospects of Fishery Research in the Northern Sea of Okhotsk Basin"), Magadan: Magadan. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr., 2001, vol. 1, pp. 288–296.

Altukhov, Yu.P., *Geneticheskiye protsessy v populyatsiyakh* (Genetic processes in populations), Moscow: Nauka, 1989.

Altukhov, Yu.P., Salmenkova, E.A., and Omel'chenko, V.T., *Populyatsionnaya genetika lososevykh ryb* (Population Genetics of Salmon Fishes), Moscow: Nauka, 1997.

Viktorovsky, R.M., Bachevskaya, L.T., Ermolenko, L.N., Rudminaitis, E.A., Ryabova, G.D., Makoedov, A.N., Shevchenko, N.G., and Gutin, L.I., Genetic population structure of chum salmon from the North-East USSR and problems of rational utilization of stocks of this fish, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1986, no. 2, pp. 51–59.

Volobuev, V.V. and Marchenko, S.L., Tikhookeanskiye lososi kontinental'nogo poberezh'ya Okhotskogo morya (biologiya, populyatsionnaya struktura, dinamika chislennosti, promysel) (Pacific Salmon of the Continental Coast of the Okhotsk Sea (Biology, Population Structure, Abundance Dynamics, Fishery)), Magadan: Sev.-Vost. Nauchn. Tsentr Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2011.

Vronsky, B.B., On increasing the efficiency of artificial breeding of Far Eastern salmon, in *Lososevidnyye ryby* (Salmon fish), Leningrad: Nauka, 1980, pp. 175–183.

Gritsenko, O.F., Kovtun, A.A., and Kostkin, V.K., *Ekologiya i vosпроизводство kety i gorbushi* (Ecology and Reproduction of Chum and Pink Salmon), Moscow: Agropromizdat, 1987.

Efanov, V.N. and Boyko, A.V., *Ekologicheskiye osobennosti i optimizatsiya usloviy iskusstvennogo vosпроизводства tikhookeanskikh lososey na sovremennykh rybovodnykh zavodakh Sakhalinskoy oblasti* (Environmental special aspects and optimization of an artificial reproduction conditions for Pacific Salmon at the actual fish hatcheries of Sakhalin Region), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 2014.

Zaporozhets, G.V. and Zaporozhets, O.M., *Lososevye rybovodnye zavody Dal'nego Vostoka v ekosistemakh severnoi Patsifiki* (Salmon Hatcheries of the Far East in the Ecosystems of the North Pacific), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011.

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

Kazakov, R.V., Culturing of the Atlantic Salmon *Salmo salar* L. II. Efficiency of Salmon Hatcheries Activity, *Nauchn. Tr. Gos. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, 1981, vol. 163, pp. 13–23.

Kazakov, R.V., Ecological approach to the fish-breeding process in the artificial formation of populations of anadromous salmonids, in *Rezervy lososevogo khozyaystva Dal'nego Vostoka* (Reserves of the salmon economy of the Far East), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1989, pp. 112–124.

Klyashtorin, L.B. and Lyubushin, A.A., *Tsiklicheskiye izmeneniya klimata i ryboproduktivnosti* (Cyclic Changes in Climate and Fish Capacity), Moscow: VNIRO, 2005.

Kononov, S.M., Factors limiting the Pacific salmon abundance and biomass, in *Biologicheskoe issledovaniya lososevykh* (Biological Studies of Salmonids), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1985, pp. 5–25.

Kostarev, V.L., Variation of survival of Okhotsk keta, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 71, pp. 123–131.

Kotsyuk, D.V., Artificial reproduction of pacific salmon in the Amur River basin: history, current state, prospects, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020, vol. 200, no. 3, pp. 530–550. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-530-550

Kumantsov, M.I., Artificial reproduction of aquatic living resources in 2008, *Rybn. Khoz.*, 2008, no. 6, pp. 15–17.

Leman, V.N., Smirnov, B.P., and Tochilina, T.G., Pacific salmon hatchery program on Russian Far East: current status and essential problem, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 153, pp. 105–120.

Litvinenko, A.V. and Popova, D.S., The efficiency of some hatcheries in Sakhalin according to the results of mass marking of pacific salmon, *Vestn. Kamchatskogo Gos. Tekh. Univ.*, 2016, no. 38, pp. 81–89. doi 10.17217/2079-0333-2016-38-81-89

Makoedov, A.N., *Kariologiya, biokhimicheskaya genetika i populyatsionnaya fenetika lososevidnykh ryb Sibiri i Dal'nego Vostoka* (Kariology, biochemical genetics and population phenetics of salmonids in Siberia and the Far East), Moscow: UMK «Psikhologiya», 1999.

Makoedov, A.N., Bachevskaya, L.T., and Rogatnykh, A.Yu., Artificial reproduction and state of chum salmon populations of northern Okhotsk Sea coastal rivers, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 1994, no. 3, pp. 64–73.

Makoedov, A.N., Bachevskaya, L.T., Rogatnykh, A.Yu., Pustovoit, S.P., Yakovlev, K.A., Boiko, I.A., and Akinicheva, E.G., The influence of fish-cultural measures on the state of chum salmon populations in rivers of the northern coast of the Okhotsk Sea, *Nauchn. Tr. Gos. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, 1994, no. 308, pp. 243–256.

Makoedov, A.N. and Kozhemyako, O.N., *Osnovy rybokhozyaystvennoy politiki Rossii* (The Principles of fishery policy in Russian Federation), Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2007.

Makoedov, A.N., Korotaev, Yu.A., and Antonov, N.P., *Aziatskaya keta* (Asian Chum Salmon), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2009.

Markovtsev, V.G., Breeding Pacific salmon - pros and cons, in *Byull. N 3 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoi programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. no. 3 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, pp. 204–209.

Markovtsev, V.G. and Akulin, V.N., Analysis of the state and prospects of salmon breeding in the Russian Far East, in *Byull. N 9 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 9 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014, pp. 111–120.

Radchenko, V.I., Pink *Oncorhynchus gorbuscha* and chum *O. keta* (Salmonidae, Salmoniformes) salmon stock and fishery conditions in places of their intensive hatchery propagation, *Vopr. Rybolov.*, 2021, vol. 22, no. 4, pp. 140–181. doi 10.36038/0234-2774-2021-22-4-140-181

Rogatnykh, A.Yu., Status, problems and prospects of breeding Pacific salmon in the Magadan region (according to the results of research by the laboratory of artificial reproduction of salmon MoTINRO), in *Sb. nauchn. tr. "Sostoyanie i perspektivy rybokhozyaystvennykh issledovaniy v basseine severnoi chasti Okhotskogo morya"* (Collect. Sci. Works "The Status and the Prospects of Fishery Research in the Northern Sea of Okhotsk Basin"), Magadan: Magadan. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr., 2001, vol. 1, pp. 282–287.

Rosly, Yu.S., Efficiency and prospects of factory reproduction of salmon in the Amur basin, in *Lososevidnye ryby* (Salmonids), Leningrad: Nauka, 1984, pp. 189–191.

Rukhlov, F.N., The scale and efficiency of breeding Pacific salmon in the Sakhalin region, in *Lososevidnyye ryby* (Salmon fish), Leningrad: Nauka, 1980, pp. 184–188.

Rukhlov, F.N., Breeding Pacific salmon: problems and reserves, in *Rezervy lososevogo khozyaystva Dal'nego Vostoka* (Reserves of the salmon economy of the Far East), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1989, pp. 85–93.

Smirnov, B.P., Leman, V.N., and Shulgina, E.V., Hatchery reproduction of Pacific salmon in Russia. Current state, problems and prospects, in *Mater. Mezhdunar. nauchno-prakt. seminar "Sovremennyye problemy lososevykh rybovodnykh zavodov Dal'nego Vostoka"* (Proc. Int. Sci. Pract. seminar "Modern problems of salmon plants of the Far East"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky Pechatny Dvor, 2006, pp. 16–26.

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

Khovanskaya, L.L., *Nauchnye osnovy lososevodstva v Magadanskoi oblasti* (Scientific Bases of Salmon Farming in Magadan Oblast), Magadan: Sev.-Vost. Nauch. Tsentr, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2008.

Khorevin, L.D., Artificial breeding of Pacific salmon in the Sakhalin region, in *Rezervy lososevogo khozyaystva Dal'nego Vostoka* (Reserves of the salmon economy of the Far East), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1989, pp. 94–104.

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

Kaeriyama, M., Hatchery programmes and stock management of salmonid populations in Japan, in *Stock enhancement and sea ranching*, Howell, B.R., Moksness, E., Svasand T., eds, Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications, 1999, pp. 153–167.

Kitada, S., Japanese chum salmon stock enhancement: current perspective and future challenges, *Fish. Sci.*, 2014, vol. 80, pp. 237–249. doi 10.1007/s12562-013-0692-8

Morita, K., Morita, S.H., and Fukuwaka, M., Population dynamics of Japanese pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): are recent increases explained by hatchery programs or climatic variations?, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2006, vol. 63, no. 1, pp. 55–62.

Morita, K., Saito, T., Miyakoshi, Y., Fukuwaka, M., Nagasawa, T., and Kaeriyama, M., A review of Pacific salmon hatchery programmes on Hokkaido Island, Japan, *ICES J. Mar. Sci.*, 2006, vol. 63, no. 7, pp. 1353–1363. doi 10.1016/j.icesjms.2006.03.024

Ohnuki, T., Morita, K., Tokuda, H., Okamoto, Y., and Ohkuma, K., Numerical and economic contributions of wild and hatchery pink salmon to commercial catches in Japan estimated from mass otolith markings, *N. Am. J. Fish. Manage.*, 2015, vol. 35, no. 3, pp. 598–604. doi 10.1080/02755947.2015.1020078

Tezisy dokl. konf. "Ekologicheskoye vzaimodeystviye iskusstvenno razvedennykh i dikikh lososey" (Abstracts of the conference reports "Ecological interaction of artificially bred and wild salmon"), Portland, Oregon, USA, 2010.

Поступила в редакцию 8.06.2022 г.

После доработки 17.08.2022 г.

Принята к публикации 1.09.2022 г.

The article was submitted 8.06.2022; approved after reviewing 17.08.2022; accepted for publication 1.09.2022