

Оценка эффективности искусственного воспроизводства видов *Oncorhynchus* в Магаданской области на базе отолитного маркирования

Научная статья
УДК 639.3.03

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-108-117>
EDN: EJPOND

Калякина Мария Евгеньевна – ведущий специалист лаборатории лососевых рыб и аквакультуры
E-mail: kalyakiname@magadan.vniro.ru

Игнатов Николай Николаевич – руководитель группы аквакультуры лаборатории лососевых рыб и аквакультуры
E-mail: ignatovnn@magadan.vniro.ru

Литанюк Евгения Ярославовна – ведущий специалист группы аквакультуры лаборатории лососевых рыб и аквакультуры
E-mail: litanyukey@magadan.vniro.ru

Магаданский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»)

Адрес: Россия, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10

Аннотация. Проведен анализ продуктивности, осуществляемых в регионе, мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей, выращиваемых на региональных рыбоводных предприятиях, подведомственных Охотскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод». Используемые в исследовании оценочные данные представлены краткими обобщенными результатами научного сопровождения отолитного маркирования в период 1998-2023 годов.

Ключевые слова: искусственное воспроизводство, тихоокеанские лососи, отолитное маркирование, возврат производителей, эффективность заводов

Для цитирования: Калякина М.Е., Игнатов Н.Н., Литанюк Е.Я. Оценка эффективности искусственного воспроизводства видов *Oncorhynchus* в Магаданской области на базе отолитного маркирования // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 108-117. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-108-117>

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ARTIFICIAL REPRODUCTION OF *ONCORHYNCHUS* — SPECIES IN THE MAGADAN REGION BASED ON OTOLITH MARKING

Maria E. Kalyakina – Leading specialist of the Laboratory of Salmon Fish and Aquaculture

Nikolai N. Ignatov – Head of the Aquaculture Group the Salmon Fish and Aquaculture Laboratory

Evgeniya Y. Litanyuk – Leading specialist of the Aquaculture Group the Salmon Fish and Aquaculture Laboratory

Magadan branch of SSC RF FSBI «VNIRO» («MagadanNIRO»)

Address: 36/10 Portovaya Str., Magadan, Russia, 685000

Annotation. An analysis was made of the productivity of the measures implemented in the region for the artificial reproduction of Pacific salmon grown at regional fish farms under the jurisdiction of the Okhotsk branch of the Federal State Budgetary Institution “Glavrybvod”. The assessment data used in the study are presented as brief summary results of scientific support for otolith marking in the period 1998-2023.

Keywords: artificial reproduction, Pacific salmon, otolith marking, return of fish producers, efficiency of hatcheries

For citation: Kalyakina M.E., Ignatov N.N., Litanyuk E.Y. (2025). Evaluation of the efficiency of artificial reproduction of *Oncorhynchus* species in the Magadan region based on otolith marking // Fisheries. No. 6. Pp. 108-117. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-108-117>

Рисунки и таблица – авторские / The drawings and table were made by the author

Поддержкой и развитием рыбоводной отрасли в Магаданской области занимается небольшое количество коммерческих предприятий и филиалов федеральных организаций, в сравнении с другими субъектами Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. На текущий момент товарная аквакультура в регионе представлена большей частью хозяйствами пастбищного рыбоводства и единственным – индустриального типа. Основные объекты культивирования – тихоокеанские лососи, разведение которых зачастую сопровождаются комплексом научно-исследовательских работ. Для местности характерны экстремаль-

ные природно-климатические условия и недостаточно развитая транспортная логистика вблизи водных объектов рыбохозяйственного назначения, что в совокупности снижает рентабельность и целесообразность проводимых рыбоводных мероприятий [4]. При постоянной разработке государством различного рода финансовых поддержек предпринимательства, в 2019 г. начали появляться частные организации, заинтересованные в воспроизводстве местных видов. В связи с непродолжительностью осуществления деятельности в регионе, оценить степень их влияния на рекреационное развитие экономики, продовольственную без-

опасность или же экологическое восстановление природных популяций пока не представляется возможным [2].

Снижение запасов дальневосточных лососей, вследствие высокой антропогенной нагрузки (интенсивность промышленного и ННН-промысла), повлияло на необходимость восстановления численности представителей нативных популяций рода *Oncorhynchus*. Искусственное воспроизводство лососей в регионе сосредоточено на трех действующих предприятиях государственной формы собственности, сочетающее заводское выращивание с дальнейшим нагулом выпущенной молоди до половозрелой особи за счет естественной кормовой базы. При данном виде рыбоводства целесообразно использовать механизм клеймения, способствующий безошибочному выявлению искусственно выведенных рыб на любой возрастной периодизации, каким выступает маркирование регистрирующих возраст структур. Аprobация и внедрение отолитного мечения в Магаданской области началось в начале 1990-х годов, впоследствии именно принцип «сухого» нанесения уникальной метки прочно закрепился на производствах [10]. Все федеральные заводы области функционируют на грунтовой воде из глубинных скважин, реже – водозаборного колодца. Отсутствие резкого градиента температур у водоисточников способствует качественной архитектуре полос метки и формированию микроструктуры отолита с минимальным присутствием случайных флуктуаций в период инкубации. На практике рыбоводные предприятия регулярно допускают различные отклонения от утвержденных режимов мечения, не обеспечивая необходимый уровень реализации маркера у выпускаемой продукции. Идентификация таких искусственных включений зачастую сопровождается сравнением найденного образца с референсным цифровым изображением или готовым препаратом.

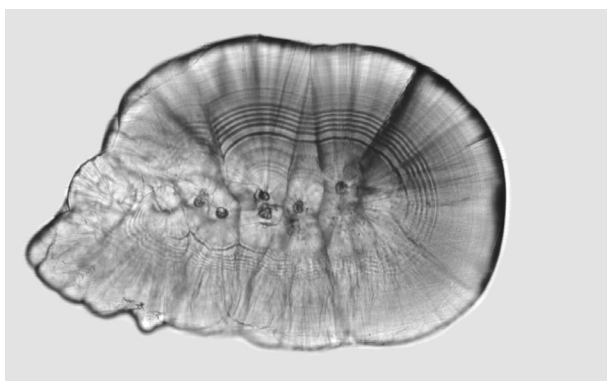
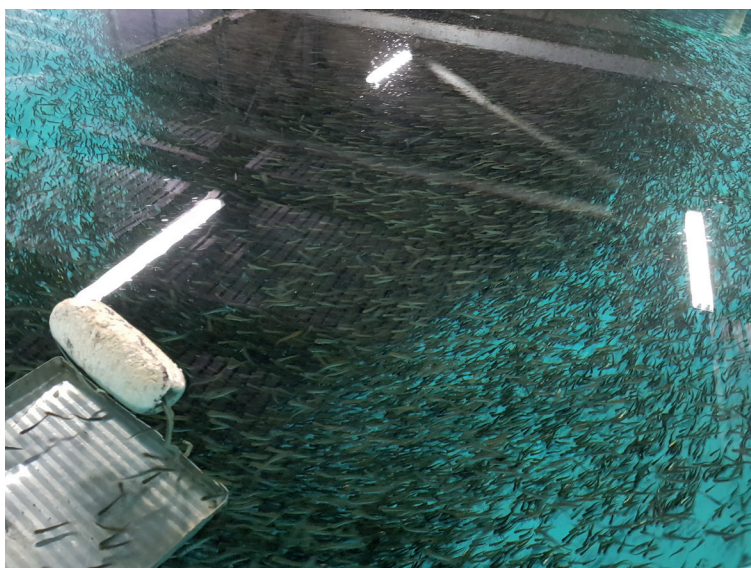
Актуальные научные исследования отолитов тихоокеанских лососей включают в себя контроль факторов окружающей среды, действующих на формирование слуховых структур в период инкубации, разработку индивидуальных режимов маркирования, а также – последующую дифференциацию половозрелых производителей по наличию и типу меток для различных рыбохозяйственных целей (рис. 1).

За весь доступный период наблюдений расчет эффективности деятельности рыбоводных организаций по искусственному воспроизводству производился с помощью материалов государственных НИР базовых водоемов.

Под эффективностью, в первую очередь, понимают биологическую продуктивность рыбоводного цикла, а не экономическую. Наряду с реками материкового побережья, в перечень мониторинговых работ входили непродолжительные совместные дрейтерные съемки преднерестовых общих скоплений тихоокеанских лососей акваторий четырех промысловых подзон, направленных на изучение морского периода жизни и исследований в рамках межправительственных соглашений. Потребность в идентификации стад североохотоморского происхождения наступила в связи с аккумулярованием в Охотском море (и за его пределами) заводских рыб, где суммарно нагуливалось порядка 50 млн экз. кеты Магаданских ЛРЗ. В дрейтовых пробах присутствие особей, несущих на сагиттальных отолитах маркеры, по неполным данным, не превышало 0,6%. Систематическое дублирование меток между странами-участницами НПАФК (NPAFC – North Pacific Anadromous Fish Commission) и отсутствие коллекций отолитов молоди у ряда дальневосточных институтов, отразилось на достоверности полученных данных. Оработанный материал характеризовался невысокой информативностью для его дальнейшего использования в научных изысканиях [8].

В многочисленных водотоках побережья Тайской губы сосредоточены запасы четырех промысловых видов тихоокеанских лососей: горбуши (*O. gorbuscha*), кеты (*O. keta*), кижуча (*O. kisutch*) и нерки (*O. nerka*). Важными объектом воспроизводства с 1983 г. на Магаданских заводах является кета, поэтому основное внимание уделялось именно ей. Спустя двадцать лет началось наращивание объемов выпусков горбуши и лососей с длительным пресноводным периодом жизни, выпускаемых преимущественно в возрасте сеголетка. Нерку культивировали в малых объемах и непродолжительное время (в общей сложности выпустили около 3,0 млн меченых рыб), целенаправленный мониторинг по ней никогда не проводился [7].

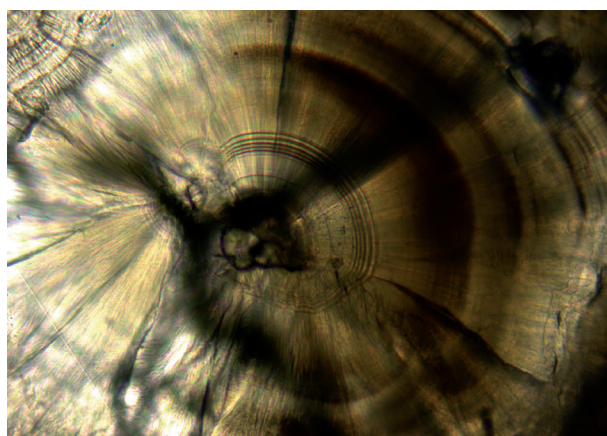
В результате длительного влияния процессов искусственного воспроизводства на лососевую ихтиофауну, современные популяции базовых рек различаются по своему происхождению, интенсивности воздействия на них рыбоводных мероприятий и эколого-географическими условиями существования. Реки Армань и Ола с начала периода функционирования ЛРЗ в больших объемах зарыблялись рыбопосадочным материалом из соседних водоемов путем перевозок оплодотворенной икры. В результате подобного рода манипуляций образовались смешанные популяции



А. Заводской мониторинг выращиваемой
рыбоводной продукции

A. Factory monitoring of farmed fish products

лососей из особей естественного и искусственного происхождения, кроме того, вследствие панмиксии, рыбы в реках гибридные и по генетическому составу. По мнению ряда исследователей, искусственное смешивание различных генотипов является скорее отри-



Б. Внезаводской мониторинг производителей на нерестилищах и забойках ЛРЗ

B. Off-site monitoring of producers in the spawning grounds and culls of the LRZ

Рисунок 1. Цикл работ по отолитометрии и маркированию в Магаданской области (фото М. Е. Калякиной)

Figure 1. A series of works on otolithometry and marking in the Magadan region (photo by M. E. Kalyakina)

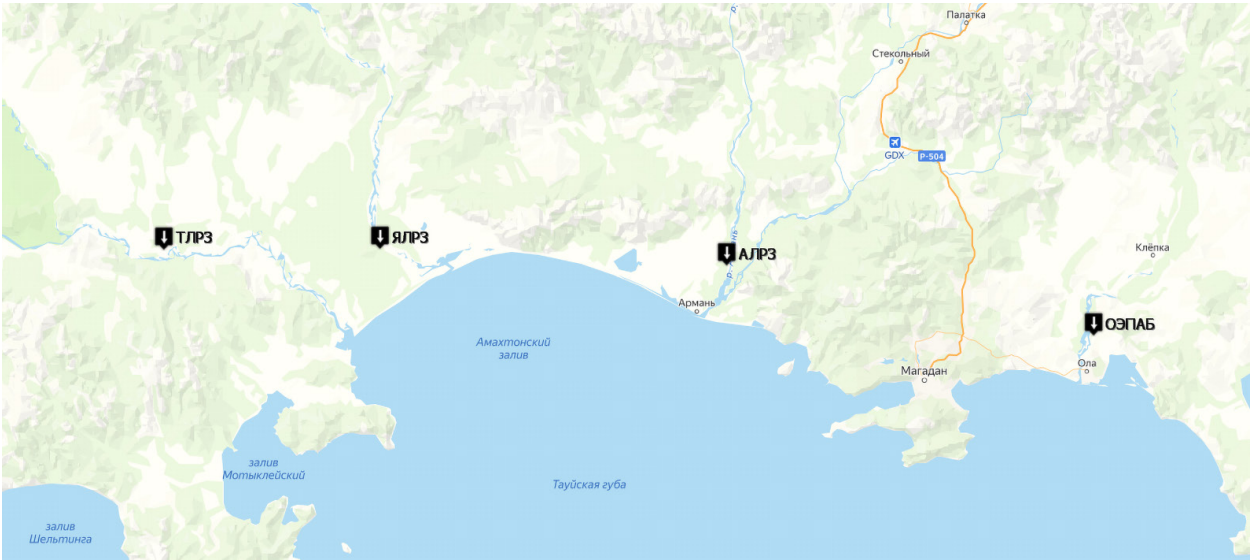
цательным, чем положительным фактором – в результате образуются низко-продуктивные популяции, давление естественного отбора на которые может привести к катастрофическому результату. Видовые популяции р. Яна, смешанные только по типу воспроизводства, генезис которых, в сущности, остался практически неизменным. Река Тауй, из-за непродолжительной на нем деятельности, всегда

оценивался как условно естественный водоем (рис. 2, табл. 1).

Основываясь на сравнительном анализе динамики численности заводских лососей, в незначительной степени влиянию искусственного воспроизводства подверглась р. Тауй (базовый водоем ТЛРЗ – Тауйского лососевого рыбоводного завода, проработавшего с 1996-2012 гг., характеризовался самой большой про-

Таблица 1. Сводная таблица данных научного сопровождения маркированных выпусков в период 1998–2023 годов / **Table 1.** Summary table of scientific support data for labeled issues in the period 1998–2023

Завод	Вид ВБР	Объем маркированных выпусков, млн экз.	Коллекции отолитов, гг.	Проанализировано отолитов, экз.
ТЛРЗ	кета	8,82	2006 – 2011	4 860
	кижуч	3,71		597
	горбуша	37,63		362
АЛРЗ	кета	45,42	2003 – 2023	2 541
	кижуч	9,07		464
	горбуша	42,93		998
ЯЛРЗ	кета	36,58	1998 – 2023	5 686
	кижуч	15,34		1 436
	горбуша	40,05		3 471
ОЭПАБ	кета	87,21	1999 – 2023	7 653
	кижуч	10,01		4 858



ТЛРЗ – Тайуйский лососевый
рыбоводный завод



ОЭПАБ – Ольская экспериментальная
производственно-акклиматизационная база



ЯЛРЗ – Янский лососевый
рыбоводный завод



АЛРЗ – Арманский лососевый
рыбоводный завод

Рисунок 2. Внешний вид и схема расположения государственных ЛРЗ в Магаданской области (фото Н. Н. Игнатова)

Figure 2. The appearance and layout of state-owned salmon hatchery in the Magadan Region (photo by N. N. Ignatov)

тяжностью и площадью водосбора). Практика по изъятию отоликов производителей ввелась после полномасштабного маркирования, поэтому долю заводских рыб в нерестовых подходах долгое время не определяли. Работы по идентификации меченых экземпляров проводились с 2006 г. и продолжались вплоть до прекращения функционирования завода, несмотря на внушительную коллекцию собранного отолитного материала кеты и кижуча, метки в выборках были зафиксированы единично, процент встречаемости варьировался от 0,0-1,0%, что связывали с несущественными объемами выпусков молоди с Тауйского ЛРЗ.

На Арманском рыбноводном заводе (АЛРЗ) апробирование и внедрение мечения произошло позже всех рыбноводных предприятий, до 2005 г. уровень промышленного возврата давался только на основе экспертной оценки, где среднесноголетняя величина для кеты была достаточно низкой – 0,06%. Ввиду географического расположения реки, предполагалось, что часть заводских особей мигрирует в р. Ойра, русло которой имеет общее устье с р. Армань, вероятно, показатель возврата заводской рыбы с учетом стрейнга мог быть выше. Следует отметить, что количество выращенной и количество выпущенной молоди с завода в базовую реку было неодинаково, вследствие периодических перевозок части мальков в другие водоемы (оз. Глухое, бухты Старая Веселая и Речная). До 1994 г. плановые показатели по выпуску малька превы-

полнялись, однако в последующие годы для загрузки производственных мощностей стало катастрофически не хватать численности производителей, зашедших на нерест [5]. В настоящее время АЛРЗ осваивает выделяемые лимиты закладки лососей только по горбуше. Несмотря на сложившуюся гидрологическую картину, научный мониторинг отолитного маркирования проводится только на базовом водоеме при малых отолитных выборках неполных временных рядов. Полученный процент искусственно выращенных рыб, в проанализированных материалах, не превышал 3,4 для горбуши, кеты и кижуча – 1,9, где фактический уровень возврата по отоликам оказался немногим меньше среднесноголетней рассчитанной величины. Исходя из предоставленных сагиттальных отоликов с забоек, установлено, что ежегодно закладываемая на ЛРЗ икра относится к природным популяциям тихоокеанского лосося. Очевидно, что после ввода в эксплуатацию завода существенного увеличения подходов водных биологических ресурсов так и не произошло. Систематическое отсутствие искусственных элементов в собираемых материалах, вероятно, связано с низким качеством мечения и выживаемостью заводских особей на ранних этапах онтогенеза.

Наиболее полный хронологический ряд исследований имеется для рек Ола и Яна (базовые водоемы ЯЛРЗ – Янского рыбноводного завода и ОЭПАБ – Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной



базы). Выпуски значимых видов тихоокеанских лососей не всегда были многочисленными, поэтому идентификация рыб с заводской маркировкой и расчет промыслового возврата производились далеко не для всех поколений. Первые меченые особи в Магаданской области были зарегистрированы в 1998 г. в небольшой выборке янской популяции кеты. Выявленная на практике научного сопровождения рентабельность ЯЛРЗ, указывает на более эффективное использование водных биологических ресурсов среди других рыбоводных филиалов. В ретроспективных материалах Янского ЛРЗ пик встречаемости отмечен для заводской кеты, в отдельные годы он достигал до 11,0% при среднемноголетней величине возврата 0,4%. У горбуши и кижуча полученные доли не поднимались выше 2,3%, при коэффициенте 0,2% по горбуше, где в основу расчетов использовали отолиты, изымаемые с русла базовой реки. Значительным достижением янских рыбоводов можно считать массовый возврат кеты и кижуча в заводскую протоку, начиная с поколений 2018 г., что ранее не наблюдалось, хотя предприятие сконструировано таким образом, чтобы рыба заходила непосредственно к производственному цеху в период анадромной миграции. Согласно собранным биологическим материалам, долевое соотношение заводских особей было крайне высоким – до 90,0% в обследованных годах, это единственно зафиксированный факт закладки икры непосредственно от вернувшихся производителей.

Ольская ЭПАБ – первый рыбоводный завод, построенный в регионе, мощностью до 20 млн прокатной молоди в год. Для р. Ола характерна особенность массового хода заводской кеты в конце нерестовой миграции, расчет численности ранее строился на экстраполированных данных, которые увеличивают ошибку вычислений и не дают полного представления

о подходах меченой кеты, поэтому, при формировании статистики, принимали во внимание только минимально рассчитанные коэффициенты. Первые метки начали регистрировать в начале 2000 г., в ранний период исследований доли заводской кеты, выпущенной с ОЭПАБ, в подходах отдельных поколений достигали 14,0-17,0%. Анализ микроструктур отолитов поздних возрастных генераций выявил, что соотношение искусственных рыб в природных скоплениях, по сравнению с прошлыми годами, сильно уменьшилось. Одной из проблем работы ОЭПАБ можно считать выпуск малька с низким качеством меток, что постоянно затрудняет идентификацию части изымаемых производителей. Полученный среднемноголетний промысловый возврат тихоокеанских лососей в базовом водоеме держится на уровне в 0,15% и 0,4%, где наибольший показатель относится к горбуше. Выделяющей особенностью р. Ола можно считать единичный заход производителей искусственно выращенной кеты и горбуши, идентифицируемой предприятиями Сахалинской области [1].

ВЫВОДЫ

До середины 1990-х гг. критерием эффективности искусственного воспроизводства служили количественные показатели выпускаемой молоди, численность вернувшихся в регион от этой молоди производителей не определяли, в связи с отсутствием способов, допускающих однозначно идентифицированность заводских рыб в смешанных нерестовых скоплениях. Используемые на тот момент, косвенные методики не позволяли делать однозначные выводы, поэтому по инициативе «МагаданНИРО» на государственных рыбоводных предприятиях области была введена практика тотального мечения отолитов у оплодотворяемой икры, что дало возмож-



ность объективно оценить уровень возврата лососей североохотоморского побережья и результативность проводимых мероприятий на конкретном рыбоводном заводе. Повсеместное применение массового маркирования на производстве позволяет решать различные практические и теоретические задачи.

Проблема повышения эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей Магаданских ЛРЗ остается более чем актуальной, в связи с тем, что большинство базовых рек интенсивно эксплуатируются рыбопромышленными организациями, при этом популяции в этих реках состоят преимущественно из рыб естественного происхождения, чей показатель продуктивности выше коэффициента возврата заводских производителей. Объемы выпусков молоди культивируемых тихоокеанских лососей не способствовали увеличению численности возвратов. В общей сложности в 1984-2025 гг. Охотским филиалом «Главрыбвод» было выпущено порядка 1,072 млрд экз. (из них 350,0 млн маркированного малька) с четырех предприятий, но ожидаемого подъема запасов, за счет комплекса проводимых рыбоводных мероприятий, не произошло. Долгосрочная эксплуатация, без серьезных своевременных реконструкций, привела к сильной ветхости заводов (производственных помещений), повлиявшей на снижение объемов закладываемой икры и числа выпусков. Актуальное освоение мощностей ЛРЗ составляет менее 25% от первоначально заложенной величины, что сопоставимо 16,5 млн малькам в год, при этом положение ухудшается за счет устойчивого дефицита производителей на нерестилищах. Другой причиной столь низкого возврата лососей искусственного происхождения является выпуск предприятиями ослабленной молоди, с низкими адаптивными возможностями к резким изменениям окружающей среды. Применяемые приемы и методы биотехники не совершенны, условия содержания лососей зачастую не соответствует оптимальным [6]. Часто применяемая практика по перевозке икры из рек-доноров себя не оправдывала, низкие возвраты заводских рыб, оцененные с помощью отолитного маркирования, показали ее низкую эффективность. За весь период работы рыбоводные заводы не смогли сформировать искусственные устойчивые популяции тихоокеанских лососей на базовых или каких-либо других реках.

По состоянию рыбоводного комплекса Магаданской области на 2025 г. можно констатировать, что государственные предприятия не справляются с поставленными задачами по увеличению естественных популяций тихоо-

кеанских лососей, динамика подходов в реки в большей степени зависит от флуктуации численности особей естественного происхождения. По нашему мнению, только привлечение частного сектора промышленности и внедрение различных программ опытно-производственных работ поможет выйти из кризисной ситуации, сложившейся с лососеводством в регионе [3; 9].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад работы авторов: М.Е. Калякина – идея статьи, анализ ретроспективных данных, подготовка текста и цифровых материалов, обзор литературы; Н.Н. Игнатов – редакция и корректировка текста, подготовка цифровых материалов, обзор литературы; Е.Я. Литанюк – техническая подготовка и обработка материалов.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution of the authors: M.E. Kalyakina – the idea of the article, the analysis of retrospective data, the preparation of text and digital materials, literature review; N.N. Ignatov – editing and correction of the text, the preparation of digital materials, literature review; E.Y. Litanyuk – technical preparation and processing of materials.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акиничева Е.Г. Использование маркирования отолитов лососевых рыб для определения эффективности рыбоводных заводов // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря: Сборник научных трудов / Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; под редакцией кандидата биологических наук И.Е. Хованского. Том Выпуск 1. – Магадан: Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2001. С. 288-296
2. Игнатов Н.Н., Калякина М.Е. О перспективах развития товарного (пастбищного) рыбоводства в условиях негосударственных рыбоводных предприятий на территории Магаданской области // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 63-69. doi: org/10.36038/0131-6184-2024-6-63-69.
3. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Игнатов Н.Н., Смилянский И.К. Искусственное формирование локальных популяций тихоокеанских лососей - новая перспектива развития рыбоводства в Магаданской области // Бюллетень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2011. № 6. С. 65-72
4. Овчинников В.В. Современное состояние, проблемы и перспективы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области // Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России: Тезисы докладов научной конференции, Южно-Сахалинск, 29-30 мая 2018 года. – Южно-Сахалинск:

- Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2018. С. 21-27
5. Рябуха Е.А., Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л. [и др.] Проблемы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Арманском лососевом рыбобоводном заводе и возможные пути их решения // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря: Сборник научных трудов. Том Выпуск 3. – Магадан: Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2009. С. 233-242
 6. Сафроненков Б. П. Состояние лососеводства в Магаданской области. Обзор 30-и летней деятельности // Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2013 года: материалы докладов, Магадан, 28-31 января 2014 года. – Магадан: Типография. 2014. С. 142-154
 7. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Волобуев В.В. Современное состояние лососеводства и пути увеличения ресурсной базы лососевого рыболовства в Магаданской области // Проблемы формирования инновационной экономики региона: Материалы I научно-практической конференции, Магадан, 02-03 декабря 2010 года / Администрация Магаданской области, Северо-восточный государственный университет. – Магадан: Новая типография. 2010. С. 199-202
 8. Фомин Е.А. Отолитное маркирование как инструмент доказательства права производителя на произведенную продукцию аквакультуры // Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2012 года: Материалы докладов, Магадан, 06 февраля 2013 года. – Магадан: Новая полиграфия. 2013
 9. Сафроненков Б.П., Яковлев К.А., Рогатных А.Ю., Акиничева Е.Г. Патент № 2370028 C1 Российская Федерация, МПК A01K 61/00. Способ создания искусственной промыслово-маточной популяции тихоокеанских лососей: № 2008107650/12: заявл. 27.02.2008; опубл. 20.10.2009. Заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» ФГУП «МагаданНИРО»
 10. Сафроненков Б.П., Акиничева Е.Г., Рогатных А.Ю. Патент № 2150827 C1 Российская Федерация, МПК A01K 61/00. Способ массового мечения рыб: № 99101432/13: заявл. 26.01.1999; опубл. 20.06.2000; заявитель Магаданское отделение Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра
- enterprises in the Magadan Region // Fisheries. No. 6. Pp. 63-69. doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-63-69. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Safronenkov B.P., Khovanskaya L.L., Ignatov N.N., Smilyansky I.K. (2011). Artificial formation of local populations of Pacific salmon - a new prospect for the development of fish farming in the Magadan region // Bulletin of the study of Pacific salmon in the Far East. No. 6. Pp. 65-72. (In Russ.)
 4. Ovchinnikov V.V. (2018). Current state, problems and prospects of artificial reproduction of Pacific salmon in the Magadan region // Artificial reproduction of Pacific salmon in the Russian Far East: Abstracts of reports of the scientific conference, Yuzhno-Sakhalinsk, May 29-30, 2018. – Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 21-27. (In Russ.)
 5. Ryabukha E.A., Safronenkov B.P., Khovanskaya L.L. [et al.] (2009). Problems of artificial reproduction of Pacific salmon at the Arman salmon hatchery and possible solutions // The state of fisheries research in the northern part of the Sea of Okhotsk: Collection of scientific papers. Volume 3. – Magadan: Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 233-242. (In Russ.)
 6. Safronenkov B.P. (2014). The state of salmon farming in the Magadan region. Review of 30 years of activity // Reporting session of the Federal State Unitary Enterprise “MagadanNIRO” on the results of scientific research in 2013: materials of reports, Magadan, January 28-31, 2014. – Magadan: Printing House. Pp. 142-154. (In Russ.)
 7. Safronenkov B.P., Khovanskaya L.L., Volobuev V.V. (2010). Current state of salmon farming and ways to increase the resource base of salmon fisheries in the Magadan region // Problems of formation of innovative economy of the region: Materials of the 1st scientific and practical conference, Magadan, December 2-3, 2010 / Administration of Magadan Region, North-Eastern State University. – Magadan: New Printing House. Pp. 199-202. (In Russ.)
 8. Fomin E.A. (2013). Otolith marking as a tool for proving the producer's right to manufactured aquaculture products // Reporting session of the Federal State Unitary Enterprise “MagadanNIRO” on the results of scientific research in 2012: Materials of reports, Magadan, February 6, 2013. – Magadan: New Printing. (In Russ.)
 9. Safronenkov B.P., Yakovlev K.A., Rogatnykh A.Y., Akinicheva E.G. (2009). Patent No. 2370028 C1 Russian Federation, IPC A01K 61/00. Method for creating an artificial commercial broodstock population of Pacific salmon: No. 2008107650/12: declared 27.02.2008: published 20.10.2009 /; applicant Federal State Unitary Enterprise “Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography” FSUE “MagadanNIRO”. (In Russ.)
 10. Safronenkov B.P., Akinicheva E.G., Rogatnykh A.Y. (2000). Patent No. 2150827 C1 Russian Federation, IPC A01K 61/00. Method for mass tagging of fish: No. 99101432/13: declared 26.01.1999: published 20.06.2000; applicant Magadan branch of the Pacific Fisheries Research Center. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Akinicheva E.G. (2001). Use of marking of salmon otoliths to determine the efficiency of fish hatcheries // Status and prospects of fisheries research in the northern part of the Sea of Okhotsk: Collection of scientific papers / Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography; edited by candidate of biological sciences I. E. Khovansky. Volume Issue 1. – Magadan: Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 288-296. (In Russ.)
2. Ignatov N.N., Kalyakina M.E. (2024). On the prospects for the development of commercial (pasture) fish farming in the conditions of non-state fish farming

Материал поступил в редакцию/ Received 15.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025