

УДК 597.2/5 (639.3.034, 591.613)

ББК 28.688.2

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2026-4-2-40-53>

## Апробация технологии воспроизводства лососевых видов рыб с применением гнезда-инкубатора Salmo-3000 в условиях арктической реки Мончи (Кольский п-ов)

Ефремов Д.А.✉, Ручьёв М.А.

Институт биологии ФИЦ «Карельский научный центр РАН»,  
Петрозаводск, Россия

✉[denisefremov@list.ru](mailto:denisefremov@list.ru)

**Аннотация.** Представлен результат апробации технологии воспроизводства кумжи с применением искусственного гнезда-инкубатора икры Salmo-3000 с полной загрузкой опытной партии 10 устройств. Испытания проведены в р. Мончи (басс. Белого моря). Технология включает отлов созревших производителей кумжи непосредственно перед нерестом, выдерживание их в садках до созревания, получение оплодотворенной икры, ее транспортировку к месту установки гнезд-инкубаторов, закладку устройств в грунт, процесс инкубации (8 месяцев), снятие гнезд-инкубаторов и оценку эффективности технологии и работоспособности устройств. В эксперименте использовано авторское устройство, устанавливаемое на дно порогового участка реки. Гнездо позволяет инкубировать в течение осени, зимы и весны оплодотворенную икру кумжи (автономность не менее 8 месяцев) и летом (июнь) получать жизнестойких личинок, самостоятельно расселяющихся в пороге реки или принудительно извлекаемых из устройств для подрачивания в бассейнах. В ходе испытания выявлены как преимущества (повышенная емкость для инкубируемой икры — до 3000 икринок кумжи на устройство; эффективный распределитель воды; решетки, предохраняющие икринки от вымывания при закладке; неокисляющиеся крепящие стержни из стеклопластиковой арматуры; водозаборник/фильтр, эффективно очищающий и подающий воду к икре), так и недостаток — сложность и длительность (до 30 минут) установки устройства. В целом эффективность выклева личинок составила 68–74 % при полной загрузке. Выход малька в реку составил 68–74 %. Устройство с некоторыми доработками можно использовать для восстановления численности кумжи (*Salmo trutta* L.) в арктических реках со сложным гидрологическим режимом, где заводское воспроизводство по разным причинам невыгодно.

**Ключевые слова:** технология зарыбления, воспроизводство лососевых, оплодотворение икры, инкубация икры, икра кумжи, гнездо-инкубатор икры Salmo-3000

**Конфликт интересов:** авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Ефремов Д.А., Ручьёв М.А. Апробация технологии воспроизводства лососевых видов рыб с применением гнезда-инкубатора Salmo-3000 в условиях арктической реки Мончи (Кольский п-ов). *Арктика и инновации*. 2026;4(2):40–53. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2026-4-2-40-53>

# Using the Salmo-3000 nest incubator for salmonid fish reproducing in the Arctic Moncha River (Kola Peninsula)

Denis A. Efremov✉, Mikhail A. Ruch'yov

Institute of Biology, the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Karelia, Russia

✉[denisefremov@list.ru](mailto:denisefremov@list.ru)

**Abstract.** This study examines the use of a Salmo-3000 artificial nest incubator in brown trout reproduction technology. The pilot batch consisted of ten fully loaded devices. The testing was conducted in the Moncha River (White Sea basin). The reproduction technology involves catching mature female brown trout immediately before they spawn. The fish are held in cages until they are ready to spawn. Then, the eggs are obtained and transported to the plot where the proprietary Salmo-3000 nest incubators are installed. The devices are placed in the ground and the incubation process begins. After eight months, the nest incubators are removed, and a final evaluation is conducted to determine the effectiveness of the technology and the performance of the devices. The Salmo-3000 nest incubator allows for the incubation of fertilized brown trout eggs throughout the fall, winter, and spring, with a minimum operational life of eight months, and for the production of viable larvae in the summer (June), which either disperse independently into the river rapids or are manually removed from the devices for rearing in tanks. The test revealed an increased capacity for incubating eggs (up to 3,000 trout eggs per unit); an efficient water distributor; grids that prevent eggs from being washed away during loading; non-oxidizing fastening rods made of fiberglass reinforcement; a water intake/filter that effectively cleans and supplies water to the eggs. However, installing the device is complex and time-consuming, taking up to 30 minutes. The overall hatching efficiency of the larvae was 68–74 % at full capacity. Juvenile fish release into the river was 68–74 %. With some modifications, the device can be used to restore the population of trout (*Salmo trutta* L.) in Arctic rivers with complex hydrological regimes, where hatchery production is economically unfeasible for various reasons.

**Keywords:** stocking technology, salmonid reproduction, egg fertilization, egg incubation, rainbow trout eggs, Salmo-3000 nest incubator

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interests.

**For citation:** Efremov D.A., Ruch'yov M.A. Using the Salmo-3000 nest incubator for salmonid fish reproducing in the Arctic Moncha River (Kola Peninsula). *Arctic and Innovation*. 2026;4(2):40–53. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2026-4-2-40-53>

## Введение

В процессе эволюции лососевые рыбы рода *Salmo* выработали сложный жизненный цикл, состоящий из нескольких этапов. Первый — нерест и инкубация икры — происходит в реках с постоянным течением, что обеспечивает идеальные условия для аэрации эмбрионов в грунте. Затем молодь развивается на нерестово-выростных участках тех же рек, после чего переходит к этапу нагула как в пресных озерах, так и в морских водах. Смена водоемов происходит благодаря катадромной и анадромной миграции, то есть переме-

щению рыбы из нерестового водоема в нагульный и обратно. На всех этапах жизненного цикла наблюдаются значительные потери икры и эмбрионов, мальков и взрослых особей. В условиях повышенного антропогенного воздействия производители лосося изымаются даже из труднодоступных нерестилищ. Браконьеры активно используют жаберные сети в период нагула и нереста, что приводит к перевылову. В результате численность кумжи значительно снизилась, и во многих реках Кольского полуострова она уже ниже допустимого уровня.

Одним из наиболее критических этапов жизни лососей является период инкубации и выклева икры в грунте пресных водотоков. В это время наблюдается наибольший уровень отхода неоплодотворенной икры и эмбрионов — до 90 % от икры, сформированной самкой в период нагула и созревания. В связи с этим ихтиологи по всему миру стремятся повысить эффективность естественного нереста производителей лососевых рыб и снизить потери эмбрионов и личинок в реках. Их цель — увеличить продуктивность естественных нерестилищ и повысить возврат товарной рыбы. Одним из направлений в этой работе является разработка искусственных устройств для инкубации лососевой икры в естественных условиях рек [1–10]. В эти устройства закладывают искусственно оплодотворенную икру и размещают их на порогах и перекатах рек. После длительной инкубации, которая может длиться до 8 месяцев с момента оплодотворения или до 3 месяцев со стадии «пигментация глаз», личинки лососевых рыб самостоятельно расселяются из гнезд-инкубаторов по порогам. Они ведут образ жизни, характерный для дикой молоди, и растут и развиваются на естественной кормовой базе. Некоторые устройства позволяют извлекать вылупившихся личинок или мальков для дальнейшего подращивания в искусственно созданных заводях, бассейнах, прудах и других водоемах с использованием различных кормов. На базе лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии КарНЦ РАН уже больше 25 лет ведутся разработки искусственных гнезд-инкубаторов икры, создано и испытано более 27 образцов гнезд-инкубаторов. В устройстве типа «шайба» удалось добиться наибольшей эффективности выхода жизнестойких личинок — до 97 % [5]. Следует учесть, что данное устройство рассчитано на инкубацию только 100 икринок, и этого недостаточно для работ по интенсивному восстановлению запасов лососевых видов рыб. Повторные испытания данных устройств на ряде рек показали их эффективность, в некоторых реках с высоким уровнем заиления получить личинок не удалось, устройства заиливались. Оценка пустующих площадей нерестово-выростных участков (НВУ) рек Кольского полуострова позволяет говорить о необходимости значительного увеличения выпусков мальков и необходимости создания устройств с большей вместимостью.

На основе имеющегося опыта было разработано оригинальное устройство Salmo-3000, позволяющее одновременно инкубировать до 3000 икринок атлантического лосося или кумжи. Вместимость данного инкубатора значительно возросла по сравнению с ранее разработанными устройствами для инкубации икры благородных лососей. За основу взято разработанное нами устройство для тихоокеанских лососей «Многослойное-10000» [9] вместимостью в поздних модификациях до 12 000 икринок кеты/горбуши. В связи с особенностями территориального поведения лососей рода *Salmo* установка устройства вместимостью 10 000 и более икринок привела бы к созданию избыточной концентрации молоди на НВУ, значительному увеличению пищевой конкуренции, снижению эффективности мероприятий по зарыблению водоемов. В связи с этим был выбран показатель вместимости гнезда не более 3000 икринок на устройство, что соответствует количеству икринок, попадающих в грунт (в нескольких естественных буграх) на участке нереста одной пары семги или кумжи. В результате было разработано и изготовлено компактное устройство с выносным водозаборником/фильтром вместимостью 3000 икринок, адаптированное для инкубации икры лососей рода *Salmo*. В 2021 году устройство прошло апробацию с частичной загрузкой 1 единицы в реке Индере [11]. По результатам испытаний устройство было доработано, следующим этапом работ стала апробация опытной партии гнезд-инкубаторов в условиях реки Умбы с полной загрузкой.

Цель работы — апробировать технологию получения оплодотворенной икры атлантического лосося на нерестилищах арктических рек, провести испытания конструкции гнезда-инкубатора икры *Salmo-3000* повышенной вместимости с заложенной в них икрой атлантического лосося с полной загрузкой по полноцикловой технологии с момента оплодотворения икры, отработать методику отлова производителей лосося в период нереста, забор половых продуктов и закладку икры в гнезда-инкубаторы, получить жизнестойких личинок, самостоятельно расселяющихся на порогах в условиях арктических рек, выявить и устранить возможные недостатки технологии получения и транспортировки икры, конструктивные недостатки устройств и способов их установки.

Первичные испытания устройства проводились с загрузкой оплодотворенной икры семги, как и большинство опытов с более ранними устройствами также проводились с икрой атлантического лосося, морской или озерной формы. В то же время на Кольском полуострове сохраняется ряд рек, в которых основным видом лососевых рыб является кумжа, одной из таких является река Монча. В 2021–2024 гг. Фондом «Мурманский лосось» (г. Мончегорск) при финансовой поддержке АО «Кольская ГМК «Норникель»» был организован ряд научных экспедиций по изучению нерестово-выростных участков (НВУ) кумжи в бассейне Имандровского водохранилища и в реке Монче, было выявлено, что ряд порогов в городской черте города Мончегорск утратили запасы кумжи, воспроизводство полностью прекратилось, при этом на порогах в верховьях реки нерест кумжи сохраняется, но на низком уровне, и эти участки не могут быть донорскими для получения оплодотворенной икры. В то же время в соседней реке Пиренге сохраняется стабильный нерест кумжи, именно эта река и стала донорской для отбора половых продуктов кумжи. В результате наша инициатива по апробации искусственных гнезд-инкубаторов икры *Salmo-3000* на порогах реки Мончи в черте города Мончегорск была поддержана и профинансирована АО «Кольская ГМК «Норникель»». Осенью 2024 г. была заложена опытная партия устройств на порогах реки Мончи, также в эксперимент включили расположенный здесь же ручей Кумужий и реку Тиханка, приток реки Мончи. В июне 2025 г. при участии сотрудников АО «Кольская ГМК «Норникель»», руководителя Министерства природных ресурсов Мурманской области, фонда «Мурманский лосось» устройства были извлечены, проведена оценка их работоспособности, эффективности и применимости в условиях арктической реки.

## Материалы и методы

Испытания гнезда-инкубатора икры *Salmo-3000* проводили в 2024–2025 гг. в реке Монче — одном из крупных притоков Имандровского водохранилища, относящегося к бассейну реки Нивы, впадающей в Белое море. Берет начало в безымянном озере на высоте 450 м над уровнем моря. Протекает по лесной, местами болотистой местности. В нижнем течении на реке расположен

город Мончегорск. Через реку перекинута автомобильный (на трассе Кола) и железнодорожные мосты. Длина водотока — 86 км, площадь водосбора — 1580 км<sup>2</sup>.

Отлов производителей кумжи осуществляли вблизи расположенной реки Пиренги (соседний приток Имандровского водохранилища) ниже плотины ГЭС, оба притока относят к бассейну реки Нивы, поэтому перевозка икры не является перекрестной между бассейнами рек. Лов кумжи осуществляли по разрешению № 5120240317118, выданному 03.05.2024 г. Североморским территориальным управлением Росрыболовства РФ. Для лова использовались жаберные сети с ячейей 60 × 60 мм, а также спиннинг. Сразу после отлова на акватории рыбу по 1–3 особи помещали в емкость объемом 127 литров и перемещали к месту расположения полевого лагеря и установки садков для выдерживания производителей. Использовали 2 малых садка 60 × 60 × 60 мм с ячейей 5 мм. Садки были установлены на глубине не менее 50 см, со скоростью течения 0,3–0,5 м/с в них постоянно сохранялась проточность. С целью недопущения обьячеивания и гибели производителей семги в сетях сети проверяли каждые 3–4 часа, в случае обнаружения рыбы сразу выпутывали ее и транспортировали к садкам. Лов рыбы осуществлялся в период с 25 сентября по 6 октября при температуре воды от 11 до 4 °С. Время транспортировки от места лова до садков не превышало 5–6 минут. Самок и самцов содержали отдельно. Ни одной особи кумжи ни в сетях, ни в садках за время эксперимента не погибло. После получения половых продуктов производители выдерживались в садках 1 сутки для восстановления после процедуры отбора икры. По завершении эксперимента все особи были выпущены в реку Пиренгу и самостоятельно ушли на стрежень реки, без задержки на отмелях. Было отобрано 11 самок и 10 самцов кумжи, не имеющих повреждений. Рыба была взята с запасом, чтобы обеспечить получение икры в количестве не менее 44 000 икринок. В результате было получено около 55 000 оплодотворенных икринок кумжи. Икра от двух самок в количестве около 10 000 шт. была помещена в грунт с помощью посадочной лопатки в реку Пиренгу в месте отлова для компенсации возможного ущерба дикой популяции кумжи. В 10 устройств *Salmo-3000* было

заложено  $30\,000 \pm 500$  оплодотворенных икринок кумжи в реке Монче, в 2 устройства Salmo-3000 в ручей Кумужий было заложено  $6\,000 \pm 500$  икринок, в грунт ручья Кумужий было заложено 3000 икринок кумжи, искусственно были сформированы естественные гнезда, в 2 устройства Salmo-3000 в реку Тиханку было заложено  $6\,000 \pm 500$  икринок. Вся икра закладывалась сразу после оплодотворения, по полноцикловой технологии инкубации икры. Эффективность оплодотворения икры составила 99,9 %, неоплодотворенными остались 45–50 икринок, отход 10–12 икринок был отобран после транспортировки к месту установки устройств.

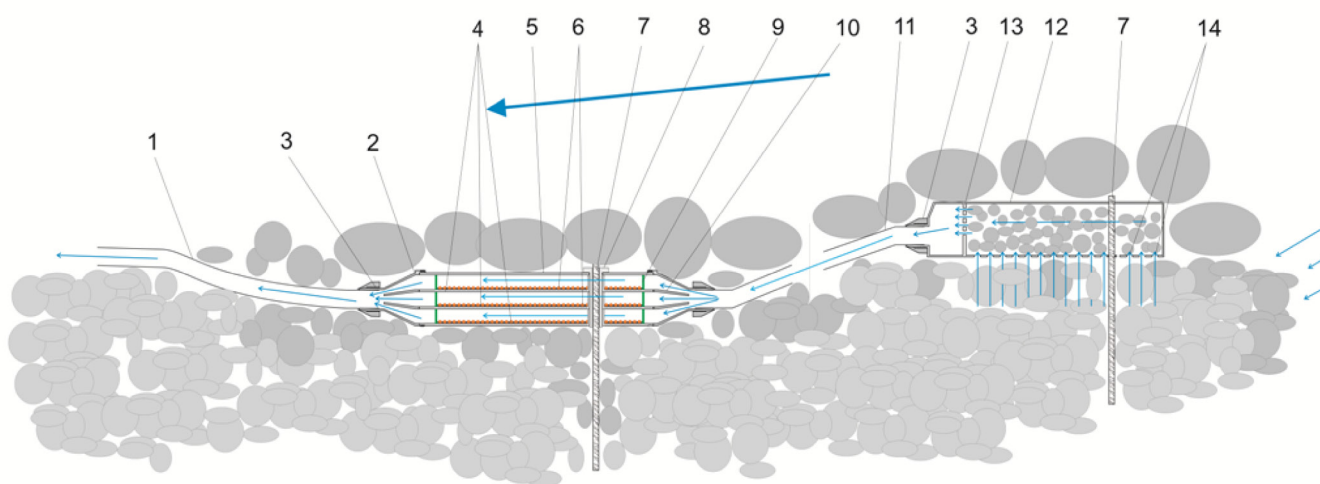
Для проведения эксперимента была изготовлена опытная партия гнезд-инкубаторов икры Salmo-3000 (рис. 1).

Всего было изготовлено и доставлено в г. Мончегорск 14 опытных образцов гнезд-инкубаторов Salmo-3000 с выносным водозаборником, фильтром и укороченным соединительным патрубком. В основном русле они были установлены на участке площадью  $10 \times 5 \text{ м}^2$ , ниже трубы водовода, выступающей как дополнительная защита устройств в период весеннего паводка, ближе к центральной стрежневой струе с мак-

симальным уровнем воды. Сборку и установку устройств осуществляли на берегу, близ места установки устройств (рис. 2).

Установку осуществляли в два этапа, на первом последовательно загрузили икру в 10 устройств и временно установили их на отмели, близ берега, нагрузив валунами, чтобы минимизировать время нахождения икры в транспортировочном контейнере и избежать переохлаждения эмбрионов. На втором этапе по одному переносили устройства на окончательное место установки и закапывали их валунами для обеспечения их сохранности в период весеннего паводка и избегания обнаружения браконьерами. Сборка инкубаторов происходила без контейнера, благодаря относительно высокой температуре воздуха  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$  оперативно последовательно смачивали слои гнезд.

Выбранный тип конструкций относится к группе необслуживаемых гнезд-инкубаторов. Так как перед попаданием в основной корпус инкубатора вода фильтруется через слой грунта, а затем через выносной водозаборник/фильтр с галькой, количество иловых и взвешенных частиц в поступающей воде значительно снижается. В этом случае не требуется периодически обслуживать гнезда, заменяя фильтры и удаляя



**Рис. 1.** Устройство гнезда-инкубатора икры Salmo-3000, схема работы; 1 — выпускной патрубок, 2 — собирающая камера, 3 — быстросъемное соединение, 4 — инкубационные лотки с канавками для икры, 5 — крышка верхнего инкубационного лотка, 6 — инкубируемая икра, 7 — стеклопластиковая арматура-фиксатор, 8 — направляющий штифт-трубка, 9 — ограничивающая решетка (зеленый цвет), 10 — распределительная камера, 11 — соединительный патрубок, 12 — водозаборник/фильтр, 13 — перепускная пластина с перфорациями, 14 — перфорации для впуска воды (Д.А. Ефремов)

**Fig. 1.** The Salmo-3000 nest incubator and its operating diagram; 1 — outlet pipe, 2 — collecting chamber, 3 — quick-release coupling, 4 — incubation trays with grooves for eggs, 5 — lid of the upper incubation tray, 6 — incubated eggs, 7 — fiberglass retaining bracket, 8 — guide pin-tube, 9 — retaining grid (green), 10 — distribution chamber, 11 — connecting pipe, 12 — water intake/filter, 13 — perforated overflow plate, 14 — openings for water intake (photos taken by D.A. Efremov)



**Рис. 2.** Временная установка снаряженных инкубаторов Salmo-3000 (Д.А. Ефремов)

**Fig. 2.** Temporary installation of fully equipped Salmo-3000 nest incubators (photos taken by D.A. Efremov)

погибших личинок. Подробный принцип работы устройства Salmo-3000 описан в нашей статье [11].

После установки и закрепления всех 10 гнезд-инкубаторов икры в основном русле реки направились на реку Тиханку, приток реки Мончи, где произвели установку 2 гнезд-инкубаторов с 6000 икринок кумжи. Процедура полностью повторялась и тщательно была соблюдена. На участке наблюдалось значительное заиление, сложность для установки гнезд представляли обилие крупных валунов, а также искусственная дамба, возведенная местными жителями для подъема уровня воды и ее забора из реки насосом. Точка установки гнезд имеет координаты N67°57'49.5148" E32°55'54.1681".

В этот же день 2 гнезда были установлены в 2 точки ручья Кумужий, точка 1 с координатами N67°55'41.0314" E32°50'56.6242",

мостовой переход через ручей. И точка 2 с координатами N67°55'44.7426" E32°49'31.5510", близ мостового перехода через ручей. Икра была доставлена к точкам в изотермическом боксе. Ранее в реку Тиханку также было заложено 2 инкубатора икры, в результате после установки всех 14 гнезд Salmo-3000 в изотермическом боксе оставалось около 3000 икринок, их поместили в грунт, искусственно сформировав естественные гнезда на участке 100 м ниже точки 1, в точке 3 с координатами N67°55'48.5667" E32°49'33.9457".

Измерения температуры воды в ходе эксперимента получены с использованием стандартного электронного термометра для воды. Так, на момент закладки икры в устройство 8 октября 2024 г. температура воды в реке Монче составляла 6,8 °С.

Оценку эффективности устройств делали на основе подсчета погибших эмбрионов/

личинок, не вышедших из устройств. Сводные данные по устройствам приведены в таблице 1. Для устройств под номерами 1–7 указано фактическое количество погибших эмбрионов, подсчитанное при анализе. Для устройств с номерами 8 указан процент отхода 50, выбранный нами условно. Это были поврежденные устройства, в которых оставались единичные погибшие эмбрионы. Мы условно приняли, что эмбрионы попали в грунт, а известно, что процент выживания эмбрионов при естественной инкубации составляет 50 %. Именно эту величину условно и указали для поврежденных устройств. Для устройств 9 и 10, обнаруженных на берегу, процент отхода указали 100 %.

## Результаты и обсуждение

Первичная оценка эффективности и применимости устройств показала, что устройства с выносным водозаборником-фильтром применимы в условиях арктических рек для восстановления запасов лососевых видов рыб. Расчетная вместимость устройств была реализована в полном объеме, 3000 икринок на устройство. В ходе закладки икры, снаряжения устройств, сборки и установки не возникло проблем. Икра оставалась на инкубационном субстрате, не происходило ее вымывания или просачивания сквозь распределительные решетки, несмотря на полную закладку устройств. Следует подчеркнуть, что устройства установлены по полноцикловой технологии, от момента оплодотворения икры до естественного расселения личинок на пороги. Предполагается автономная работа устройств на протяжении 8 месяцев в условиях ледостава, без этапов промежуточного обслуживания.

Дополнительной задачей данных устройств стал мониторинг чистоты вод реки Мончи в районе производственной площадки Кольской ГМК «Норникель» на протяжении части осени, зимы и весны. Эмбрионы кумжи выступают биоиндикатором состояния воды. Первичная оценка свидетельствует о высокой чистоте воды, показатели pH, прозрачность, отсутствие загрязнителей позволяют икре кумжи оплодотворяться с эффективностью 99,99 %, отход после первичного выдерживания 12 и 24 часа составил лишь 25–30 икринок на более чем 45 000 успешно оплодотворенных, это очень высокий

показатель. При транспортировке к месту закладки инкубаторов отход икры составил не более 120 шт., менее 1 %, что также является хорошим показателем.

При поиске и снятии устройств на реке Монче в июне 2025 г. (рис. 3) место установки гнезд-инкубаторов было легко идентифицировать, поэтому трудностей с поиском установленных гнезд не возникло.

В основном русле реки Мончи 9 устройств находились на местах установки и не были перемещены ни льдом, ни паводком в весенний период. Одно устройство оказалось раздавлено льдом, одно полностью заилено, одно снесено паводком, его обнаружить не удалось. В целом эффективность инкубации оказалась достаточно высокой, основные потери икры были связаны с повреждением устройств.

В ручей Кумужий было установлено 2 гнезда-инкубатора Salmo-3000 с 6000 тысячами икринок кумжи из реки Пиренги. В июне 2025 года удалось обнаружить 2 гнезда, одно из них было частично занесено песком, один нижний слой, второе раздавлено и полностью занесено песком. При интенсивном таянии снега уровень воды в реке значительно возрос, ручей приобрел характер горной реки, что и привело к повреждению и заиливанию устройств. С учетом погибших икринок и поврежденных устройств суммарная эффективность выхода малька составила около 40 %. Из 6000 икринок было получено 2400 мальков кумжи. В ручье Кумужий из-за сложного гидрологического режима нецелесообразно применение гнезд-инкубаторов Salmo-3000. В дальнейших экспериментах будут применяться другие гнезда-инкубаторы, адаптированные к условиям ручья. Сводные данные по эффективности выхода малька приведены в таблице 1.

В реке Тиханке в июне 2025 г. удалось обнаружить оба гнезда-инкубатора икры. Одно было целое, но на 100 % заилено песком и мелкодисперсным торфяным илом, второе было раздавлено льдом и также заилено. Гибель икры составила 100 %, результаты не были включены в общий анализ из-за критических факторов, не позволяющих икре эффективно инкубироваться. Эксперимент в реке подтвердил теорию, выдвинутую в ходе обследования реки



**Рис. 3.** Вскрытые гнезда-инкубаторы 1–4 на реке Монче (Д.А. Ефремов)

**Fig. 3.** Opened nest incubators 1–4 on the Moncha River (photos taken by D.A. Efremov)

**Таблица 1.** Оценка эффективности гнезд-инкубаторов Salmo-3000, река Монча и ручей Кумужий, 2024–2025 гг.

**Table 1.** Evaluating the effectiveness of Salmo-3000 nest incubators in the Moncha River and Kumuzhy Stream, 2024–2025

| № инкубатора         | Количество<br>заложенной икры | Отход<br>икры, шт. | Отход<br>икры, % | Выход малька, шт. | Выход малька, % |
|----------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Монча 1 целое        | 3000                          | 125                | 4,2              | 2875              | 95,8            |
| Монча 2 целое        | 3000                          | 235                | 7,8              | 2765              | 92,2            |
| Монча 3 целое        | 3000                          | 216                | 10,5             | 2684              | 89,5            |
| Монча 4 целое        | 3000                          | 137                | 4,6              | 2863              | 95,4            |
| Монча 5 заилено      | 3000                          | 2970               | 99,0             | 30                | 1,0             |
| Монча 6 целое        | 3000                          | 220                | 7,4              | 2780              | 92,6            |
| Монча 7 целое        | 3000                          | 126                | 4,2              | 2874              | 95,8            |
| Монча 8 раздавлено   | 3000                          | 210                | 7,0              | 2790              | 93,0            |
| Монча 9              | 3000                          | 243                | 8,1              | 2757              | 91,9            |
| Монча 10 снесено     | 3000                          | 1500               | 50,0             | 1500              | 50,0            |
| Кумужий 1 раздавлено | 3000                          | 3000               | 100,0            | 0                 | 0               |
| Кумужий 2 целое      | 3000                          | 655                | 21,9             | 2345              | 78,1            |
| <b>Всего</b>         | <b>36000</b>                  | <b>9737</b>        | <b>27,1</b>      | <b>26263</b>      | <b>72,9</b>     |

Тиханки летом 2024 г. Река в результате мелиоративных работ времен СССР оказалась полностью загрязнена торфяной взвесью. Нерестовый грунт стал непригоден для естественного нереста кумжи и сига, которые здесь обитали до проведения сельскохозяйственных преобразований. Восстановление ихтиофауны в данном водотоке нецелесообразно до полного очищения нерестилищ от торфяной взвеси (необходимо восстановление полей в состоянии болот, выполняющих фильтрующую функцию в естественных условиях). После восстановительных работ процесс самоочищения нерестилищ может составить не менее 20 лет, поскольку как плесы в русле реки, так и проточные озера накопили огромное количество торфяного ила, который при каждом последующем паводке продолжит вымываться и заносить пороги.

На основе подсчета оставшихся погибших икринок в гнездах и потерянных гнезд-инкубаторов средняя эффективность инкубации составила 72,9 %. Было получено около 26 000 мальков кумжи. При разборке гнезд некоторые личинки оставались в устройстве, не успели покинуть их (рис. 4). Всего было зафиксировано около 45–50 личинок в 7 устройствах.

12 из 14 выносных водозаборников-фильтров и выпускные патрубки также были

обнаружены, крепежные штифты располагались на своих местах, визуальными валуны, которыми накрывали устройства, находились на своих местах. Некоторые водозаборники были раздавлены льдом в зимний период.

После снятия инкубатора все элементы промыли проточной водой (было необходимо смыть мелкодисперсный ил), просушили и поместили на хранение. Устройство пригодно для повторного использования без необходимости проведения ремонта или дополнительной промывки. Для снятия крепежных отрезков арматуры следует использовать щипцы с длинными ручками, поскольку арматура крепко закрепляется в седиментированном грунте.

Испытания гнезд-инкубаторов Salmo-3000 в р. Монче проводили по полноцикловой технологии [11]. В данном регионе она была предпочтительна, так как поблизости отсутствуют рыболовные заводы и икру негде инкубировать до стадии «пигментации глаз». Кроме того, стадия «пигментации глаз» у кумжи наступает в марте–апреле, когда на реках сохраняется толстый ледовый покров и закладка инкубатора с выносным водозаборником крайне затруднительна — под каждое устройство необходима прорубь длиной не менее 2 м и шириной 1 м. По нашему опыту, три человека могут



**Рис. 4.** Молодь кумжи 0+, вылупившаяся в гнезде-инкубаторе Salmo-3000 и не успевшая покинуть гнездо-инкубатор (Д.А. Ефремов)

**Fig. 4.** Juvenile brown trout (0+) hatched in the Salmo-3000 nest incubator that did not manage to leave the nest incubator (photos taken by D.A. Efremov)

сделать подходящую прорубь в течение двух дней при толщине льда около 1 м, с учетом короткого светового дня. В некоторых случаях короткоцикловая технология незаменима при зарыблении труднодоступных рек и притоков, где доставку икры осуществляют с использованием снегоходов по льду, но в этих работах следует применять устройства без выносного водозаборника с длинным (2 м и более) соединительным патрубком. При проведении таких работ гнезда-инкубаторы устанавливаются в пропеленные во льду майны или промоины на выбранные еще осенью площадки, на которых не происходит «перепахивания» грунта при весеннем ледоходе. Ранее короткоцикловая технология была успешно апробирована нами в 2008, 2011 и 2014 гг. на реках Суна, Лижма и Улмосенйоки (бассейны Онежского и Ладожского озер), где выход диких личинок пресноводного лосося составил 95–97 % [5, 13, 14]. В эксперименте учитывали, что наиболее критичный период инкубации икры связан с переходом зимней межени в паводковый режим, когда поступающая внутрь вода может существенно насыщаться губительными для эмбрионов взвесями детрита, ила или минеральными частицами [15]. В нашем случае превышения содержания частиц ила в устройствах в реке Кумже обнаружить не удалось, в ручье Кумужий преобладала мелкая фракция песка, в реке Тиханке — торфа.

Апробированное нами устройство ориентировано в основном на одиночный способ установки с заданной плотностью 1 инкубатор на 1,0–1,2 тыс. м<sup>2</sup>. Испытания в реках показали, что они частично устойчивы к паводкам, потеря устройств составила менее 10 %, так как находятся между возвышающимися валунами и удобны для использования в порогах рек с неровным рельефом дна. Глубины на участке должны составлять не менее 0,6 м в осенний период, скорость течения — не менее 0,6 и не более 1,0 м/с. Также следует внимательно выбирать места установки гнезд: на них скорость течения у поверхности воды должна быть в пределах 0,6–0,9 м/с, а глубина составлять 0,3–0,7 м. Такие показатели типичны для естественных нерестовых участков лососевых рыб. При колебании уровня воды в реке это позволяет избежать обсыхания или промерзания гнезд в зимнюю межень [16, 17]. Также для установки не следует избирать узкие канализированные участки — в период

паводка здесь скорости течения становятся критическими, предпочтительны предпороговые участки перед разливом на сравнительно широкий перепад или порог.

Апробация гнезда-инкубатора Salmo-3000 показала его эффективность и автономность более 8 месяцев, с октября по июнь. Таким образом, наша разработка полностью соответствует критериям необслуживаемых гнезд-инкубаторов, что позволяет применять их во всех климатических зонах России для инкубации икры лососевых видов рыб рода *Salmo*. Успешный опыт апробации гнезда-инкубатора с частичной загрузкой позволяет провести второй этап испытаний устройства с полной загрузкой, и в случае высокой эффективности на втором этапе возможно рекомендовать устройство для массового применения.

## Заключение

Проведенные в 2024–2025 гг. испытания гнезда-инкубатора икры Salmo-3000 с полной загрузкой 3000 икринок кумжи на устройство по полноцикловой технологии (автономность 8 месяцев) оказались успешными, удалось получить около 26 000 жизнестойких мальков кумжи, без учета закладки икры в грунт с формированием нерестовых бугров из гальки. Всего было апробировано 14 устройств. Эффективность выхода малька — 72,9 %. В ходе работ недостатком устройства стала трудоемкость его установки, связанная с необходимостью подготовить дно реки на участке установки, а также покрыть устройство и все его компоненты крупными валунами, что в условиях холодной (5–6 °С) воды вынуждает использовать сухой гидрокостюм.

Также отработана методика отлова производителей кумжи непосредственно на нерестилище в период нереста. Одним из преимуществ данной методики является возможность применения ее на малых реках, где нецелесообразно устанавливать рыбоучетные заграждения и выдерживать производителя в течение лета до созревания половых продуктов. Исключение отловленных особей из естественного нереста в рамках апробированной методики наносит некоторый ущерб популяции, но он полностью компенсируется установкой гнезд-инкубаторов с полученной от выловленных самок икрой. В результате исключаются потери икры

при естественном нересте до 50 % от плодовитости самки. Также самцы, используемые для оплодотворения, сразу выпускаются в среду без какого-либо вреда для них, и они способны продолжить нерест с оставшимися в реке самками. Самки, от которых была получена икра, после выдерживания в садках также выпускаются обратно в среду. Мягкое сдаивание икры, исключение травм при копании естественного гнезда также позволяют самкам восстановить силы и успешно скатиться в нагульный водоем весной, что позволит им участвовать в последующих нерестах.

Испытания гнезда-инкубатора Salmo-3000 показали, что модели с ярусным расположением инкубационных лотков в три слоя и канавками, оснащенные распределительной решеткой для воды и выносным водозаборником-фильтром, превосходят одноярусные устройства по вместимости закладываемой икры. Ограничивающие решетки в лотках обеспечивали безопасную и быструю загрузку, а также упрощали сборку инкубатора. При перемещении лотков икра не выливалась через подающие и выпускные отверстия. После выклева все личинки оставались в инкубационных лотках до тех пор, пока не поднялись на плав, после чего успешно покидали инкубатор через выпускной патрубок. Применение стеклопла-

стиковой арматуры позволило сохранить устройство во время сильного весеннего паводка, когда уровень воды увеличивался на 1–2 м по сравнению с осенними значениями. Использование крупных валунов в качестве груза и маскировки предотвратило разрушение инкубатора рыбаками, которые часто посещают этот участок реки.

В то же время стеклопластиковая арматура оказалась сложной для извлечения из грунта при снятии устройства. Для этого потребовалось использовать клещи, так как арматура плотно застряла в осадочном грунте реки. Предпочтительно, чтобы устройства были установлены одиночным способом с плотностью 1 устройство на 1000–1500 м<sup>2</sup>. Этим обеспечивается плотность мальков после выхода 150–200 экз./100 м<sup>2</sup>. Конструктивные решения обеспечивают защиту и устойчивость гнезд на неровном дне в паводки, устойчивость к большому весу (наступившего человека, зверя или просевшего льда).

После завершения второго этапа испытаний с полной загрузкой гнезда-инкубатора можно рекомендовать при восстановлении численности популяций и воссоздания стад лососевых видов рыб в реках с критически низким количеством производителей или с утраченными популяциями кумжи.

## Литература

1. Donaghy M.J., Verspoor E. A new design of instream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs. *N. Am. J. Fish. Manag.* 2000;20(2):521–527. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2000\)020<0521:ANDOH>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2000)020<0521:ANDOH>2.3.CO;2)
2. Лупандин А.И., Павлов Д.С., Веселов А.Е., Калюжин С.М. Искусственное воспроизводство атлантического лосося (*Salmo salar*) в естественных условиях. В: *Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами*. Москва: Т-во науч. изд. КМК; 2005, с. 434–445.
3. Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* 2006;68(1):284–304. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.00907.x>
4. Веселов А.Е., Аликов Л.В., Скоробогатов М.А., Зубченко А.В., Калюжин С.М., Шустов Ю.А., Потуткин А.Г. Искусственная инкубация икры атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в естественных условиях. *Труды КарНЦ РАН*. 2007;(11):14–19.
5. Веселов А.Е., Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Ефремов Д.А., Белякова Е.Н., Потапов К.Ю. Опыт искусственной инкубации икры атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в р. Суне (бассейн Онежского озера). *Труды КарНЦ РАН*. 2011;(3):28–38.
6. Pander J., Schnell J., Sterneckner K., Geist J. The «egg sandwich» a method for linking spatially resolved salmonid hatching rates with habitat variables in stream ecosystems. *J. Fish Biol.* 2009;74(3):683–690. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x>

7. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Веселов А.Е., Калюжин С.М., Волков Б.А. Устройство для инкубации икры в естественных условиях. Патент на полезную модель № 99688. Оpubл. 27.11.2010.
8. Скоробогатов М.А., Волков Б.А., Веселов А.Е., Павлов Д.С. Устройство для инкубации икры лососевых рыб в естественных условиях. Патент на полезную модель № 110229. Оpubл. 20.11.2011.
9. Павлов Д.С., Веселов А.Е., Скоробогатов М.А., Волков Б.А., Ефремов Д.А. Устройство для инкубации икры и получения личинок лососевых рыб в естественных условиях. Патент на полезную модель №127587. Оpubл. 10.05.2013.
10. Ефремов Д.А., Веселов А.Е., Ручьев М.А., Скоробогатов М.А., Федорова Л.К., Мадудин А.И. Испытание гнезд-инкубаторов икры кеты (*Oncorhynchus keta*) «Шайба 400» в малых притоках реки Малка (о. Сахалин). Труды КарНЦ РАН. 2019;(6):57–73. <https://doi.org/10.17076/eb1019>
11. Ефремов Д.А. Скоробогатов М.А., Потуткин А.Г. Испытание гнезда-инкубатора икры лососевых видов рыб рода *Salmo* “Salmo-3000” в условиях Арктической реки Индѐра (Кольский п-ов). Труды Карельского научного Центра Российской академии наук. 2021;(11):80–92. <https://doi.org/10.17076/eb1490>
12. Павлов Д.С., Веселов А.Е., Скоробогатов М.А., Ефремов Д.А. Устройство для инкубации икры лососевых рыб в реках. Патент на полезную модель RU 147950. Оpubл. 20.11.2014.
13. Веселов А.Е., Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Ефремов Д.А., Нагирняк Г.А., Ручьев М.А. Результаты испытаний новой конструкции гнезда-инкубатора лососевой икры в речных условиях. Труды КарНЦ РАН. 2013;(3):179–184.
14. Ручьев М.А., Ефремов Д.А., Скоробогатов М.А., Веселов А.Е. Испытание гнезд-инкубаторов икры кумжи (*Salmo trutta* L.) двухъярусной конструкции в реке Улмосен-йоки (бассейн Ладожского озера). Труды КарНЦ РАН. 2016;(6):91–98. <https://doi.org/10.17076/eb344>
15. Казаков Р.В. Биологические основы разведения атлантического лосося. Москва: Легкая и пищевая промышленность; 1982.
16. Смирнов Ю.А. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование). Ленинград: Наука; 1979.
17. Tonina D., Buffington J.M. A tree-dimensional model for analyzing the effects of salmon redds on hyporheic exchange and egg pocket habitat. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 2009;66(12):2157–2173. <https://doi.org/10.1139/F09-146>

## References

1. Donaghy M.J., Verspoor E. A new design of instream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs. *N. Am. J. Fish. Manag.* 2000;20(2):521–527. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(2000\)020<0521:ANDOH>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(2000)020<0521:ANDOH>2.3.CO;2)
2. Lupandin A.I., Pavlov D.S., Veselov A.E., Kalyuzhin S.M. Artificial reproduction of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) under natural conditions. *Fundamentals of biological resource management*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd.; 2005, pp. 434–445. (In Russ.).
3. Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* 2006;68(1):284–304. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2006.00907.x>
4. Veselov A.E., Alikov L.V., Skorobogatov M.A., Zubchenko A.V., Kalyuzhin S.M., Shustov Yu.A., Potutkin A.G. Artificial incubation of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under natural conditions. *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences.* 2007;(11):14–19. (In Russ.).
5. Veselov A.E., Pavlov D.S., Skorobogatov M.A., Efremov D.A., Belyakova E.N., Potapov K.Yu. An experience of artificially incubating Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) eggs in the Suna River (Lake Onega Basin). *Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences.* 2011;(3):28–38. (In Russ.).
6. Pander J., Schnell J., Sternecker K., Geist J. The «egg sandwich» a method for linking spatially resolved salmonid hatching rates with habitat variables in stream ecosystems. *J. Fish Biol.* 2009;74(3):683–690. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x>
7. Pavlov D.S., Skorobogatov M.A., Veselov A.E., Kalyuzhin S.M., Volkov B.A. The device for eggs incubation under natural conditions. Patent for utility model no. 99688. Publ. date 27 November 2010. (In Russ.).

8. Pavlov D.S., Veselov A.E., Skorobogatov M.A., Volkov B.A. The device for salmon eggs incubation under natural conditions. Patent for utility model no. 110229. Publ. date 20 November 2011. (In Russ.).
9. Pavlov D.S., Veselov A.E., Skorobogatov M.A., Volkov B.A., Efremov D.A. The device for eggs incubation and salmon larvae breeding under natural conditions. Patent for utility model no. 127587. Publ. date 10 May 2013. (In Russ.).
10. Efremov D.A., Veselov A.E., Ruch'ev M.A., Skorobogatov M.A., Fedorova L.K., Madudin A.I. Trials of "Shayba 400" incubation nests for chum salmon (*Oncorhynchus keta*) eggs in small tributaries to the Malka River (Sakhalin Island). Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. 2019;(6):91–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.17076/eb344>
11. Efremov D.A. Skorobogatov M.A., Potutkin A.G. Ispytaniye gnezda-inkubatora ikry lososovykh vidov ryb roda Salmo "Salmo-3000" v usloviyakh Arkticheskoy reki Indera (Kol'skiy poluostrov). Transactions of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2021;(11):80–92. (In Russ.). <https://doi.org/10.17076/eb1490>
12. Pavlov D.S., Veselov A.E., Skorobogatov M.A., Efremov D.A. The device for salmon eggs incubation in rivers. Patent for utility model no. RU 147950. Publ. date 20 November 2014. (In Russ.).
13. Veselov A.E., Pavlov D.S., Skorobogatov M.A., Efremov D.A., Nagirnyak G.A., Ruch'ev M.A. Results of trials of a new design of the salmon eggs incubation redd in fluvial settings. Transactions of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013;(3):179–184. (In Russ.).
14. Ruchev M.A., Efremov D.A., Skorobogatov M.A., Veselov A.E. Trials of two-level nests for incubation of brown trout (*Salmo trutta* L.) eggs in the Ulmosenjoki River (Lake Ladoga Catchment). Transactions of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016;(6):91–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.17076/eb344>
15. Kazakov R.V. Biological bases of the Atlantic salmon cultivation. Moscow: Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ.; 1982. (In Russ.).
16. Smirnov Yu. A. Landlocked salmon (ecology, reproduction, and management). Leningrad: Nauka; 1979. (In Russ.).
17. Tonina D., Buffington J.M. A tree-dimensional model for analyzing the effects of salmon redds on hyporheic exchange and egg pocket habitat. Can. J. Fish Aquat. Sci. 2009;66(12):2157–2173. <https://doi.org/10.1139/F09-146>

## Сведения об авторах

**Ефремов Денис Александрович** — к. б. н., старший научный сотрудник Института биологии ФИЦ «Карельский научный центр РАН». Россия, 185910, Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11. Тел.: +7 (911) 410-31-05  
E-mail: [denisefremov@list.ru](mailto:denisefremov@list.ru)

**Ручьев Михаил Андреевич** — ведущий биолог Института биологии ФИЦ «Карельский научный центр РАН». Россия, 185910, Республика Карелия, Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11. Тел.: +7 (921) 457-18-45  
E-mail: [denisefremov@list.ru](mailto:denisefremov@list.ru)

## Information about the authors

**Denis A. Efremov** — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher Institute of Biology, the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Russia, 185910, Karelia, Petrozavodsk, Pushkinskaya str., 11. Tel.: +7 (911) 410-31-05  
E-mail: [denisefremov@list.ru](mailto:denisefremov@list.ru)

**Mikhail A. Ruch'ov** — lead biologist, Institute of Biology, the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Russia, 185910, Karelia, Petrozavodsk, Pushkinskaya str., 11. Tel.: +7 (921) 457-18-45  
E-mail: [ruchev\\_mikhail@list.ru](mailto:ruchev_mikhail@list.ru)

### Вклад авторов

**Ефремов Денис Александрович** — разработка устройства, изготовление опытных образцов, постановка эксперимента, подготовка публикации.

**Ручьев Михаил Андреевич** — отлов рыбы, постановка эксперимента, оценка результатов.

### Author contribution statement

**Denis A. Efremov** — development of the device, manufacturing of prototypes, setting up the experiment, preparation of the manuscript

**Mikhail A. Ruch'yov** — fish catching, setting up the experiment, evaluating the results

### Благодарность

Финансовое обеспечение работ осуществлялось за счет средств АО «Кольская ГМК» (г. Мончегорск), государственного задания КарНЦ РАН (тема № FMEN-2022-0007, № г.р. 122031700452-3.), при участии Министерства природных ресурсов Мурманской области, Фонда «Мурманский лосось», ООО «Промрыбвод».

### Acknowledgement

The work was funded by Kolskaya MMC JSC (Monchegorsk) and a government grant from the Karelia Research Center of the Russian Academy of Sciences (Project No. FMEN-2022-0007, No. 122031700452-3), with the participation of the Ministry of Natural Resources of the Murmansk Region, the Murmansk Salmon Fund, and Promrybvod LLC.