

УДК 639.211:639.3 (282.247.19)

## ИСПЫТАНИЕ ГНЕЗДА-ИНКУБАТОРА ИКРЫ ЛОСОСЕВЫХ ВИДОВ РЫБ РОДА SALMO «SALMO-3000» В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ РЕКИ ИНДЁРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Д. А. Ефремов<sup>1,2</sup>, М. А. Скоробогатов<sup>2,3</sup>, А. Г. Потуткин<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия,

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> Тверской государственный технический университет, Россия

<sup>4</sup> Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО») им. Н. М. Книповича), Мурманск, Россия

Представлен результат апробации искусственного гнезда-инкубатора икры «Salmo-3000» для воспроизводства лососевых видов рыб рода *Salmo*, испытания проведены в р. Индёра (бассейн Белого моря). Использовано оригинальное устройство, устанавливаемое на дно порогового участка реки. Конструкция гнезда включает: основной корпус – обтекаемая овальная уплощенная емкость, образуемая тремя уложенными послойно инкубационными лотками и крышкой; выносной водозаборник/фильтр; соединительный патрубок с оснасткой для распределения и вывода воды; крепящие к грунту элементы и приспособление для забивания крепежа в грунт. Гнездо позволяет инкубировать в течение осени, зимы и весны оплодотворенную икру атлантического лосося или кумжи (автономность не менее 8 месяцев) и летом (июнь) получать жизнестойких личинок, самостоятельно расселяющихся в пороге реки или принудительно извлекаемых из устройств для подращивания в бассейнах. В ходе испытания выявлены как преимущества (повышенная емкость для инкубируемой икры – до 3000 икринок семги/кумжи на устройство; эффективный распределитель воды; решетки, предохраняющие икринки от вымывания при закладке; не окисляющиеся крепящие стержни из стеклопластиковой арматуры; водозаборник/фильтр, эффективно очищающий и подающий воду к икре), так и недостаток – сложность и длительность (до 60 минут) установки устройства. В целом эффективность выклева личинок составила 97,2% при частичной загрузке. Выход малька в реку составил 96,0%. Устройство можно использовать для восстановления численности атлантического лосося (*Salmo salar* L.) и кумжи (*Salmo trutta* L.) в небольших реках, где заводское воспроизводство по разным причинам невыгодно.

Ключевые слова: внезаводской метод; инкубация икры; икра семги; икра кумжи; гнездо-инкубатор икры «Salmo-3000»; «Салмо-3000»; технологии инкубации; воспроизводство лососевых; зарыбление.

### Д. А. Efremov, М. А. Skorobogatov, А. Г. Potutkin. TRIALS OF AN ARTIFICIAL INCUBATION NEST FOR SALMONID (GENUS SALMO) EGGS “SALMO-3000” IN THE ARCTIC RIVER INDYORA (KOLA PENINSULA)

The article presents the results of trying out an artificial nest for incubating eggs of *Salmo* spp. “Salmo-3000” in River Indyora (White Sea drainage basin). An original device was planted on the bottom in a rapid stretch of the river. The nest design includes: the main

body – a streamlined oval flattened container with three tiers of incubation trays and a lid; an external filtering water inlet piece; a connecting branch pipe with elements for water distribution and removal; anchoring elements and a device for driving them into the river-bed. The nest enables incubation of fertilized eggs of Atlantic salmon or brown trout during autumn, winter and spring (at least 8 months of stand-alone time) so that in summer (June) viable larvae will independently disperse across the river rapid or can be removed manually to be reared in pools. The trial revealed both strengths (increased capacity for incubated eggs – up to 3,000 salmon/brown trout eggs per device, efficient water distribution system; grates that prevent the eggs from getting washed out during placement; anchoring by oxidation-resistant fiberglass reinforced plastic rods; filtering water inlet effectively cleaning and supplying water to eggs), and a flaw – deployment is complicated and time-consuming (up to 60 minutes per device). The overall hatching rate was 97.2% at partial load. The exit rate of fry into the river was 96.0%. The device can be used to restore the populations of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in small rivers where reproduction by hatchery-reared young is for some reason not worth the costs.

Keywords: out-of-hatchery method; incubation of eggs; Atlantic salmon eggs; brown trout eggs; artificial incubation nest for salmonid eggs “Salmo-3000”; incubation techniques; reproduction of salmonids; stocking.

## Введение

Лососевые виды рыб рода *Salmo* в ходе эволюционного развития приобрели сложный жизненный цикл, включающий несколько этапов: нерест и инкубация икры в пресных водоемах (как правило, быстротекущие реки и ручьи), мальковый период на нерестово-выростных участках (реки и ручьи), этап нагула (пресные озера или морские соленые воды), смена водоемов происходит в результате катадромной и анадромной миграции из нерестового водоема в нагульный и обратно. Все этапы жизненного цикла сопровождаются значительными потерями сначала икры и эмбрионов, а затем мальков и производителей рыб. В условиях массового распространения внедорожной всепроходимой техники (вездеходы, лодки и т. д.) производителей лососей изымают даже с нерестилищ в труднодоступных реках. Массовое применение браконьерами доступных жаберных сетей в период нагула также привело к перевылову рыб. В результате численность атлантического лосося сократилась катастрофически, во многих реках Кольского полуострова ниже сохраняющего лимита. Численность кумжи также неуклонно сокращается.

Одним из наиболее критических этапов жизни лососей является период инкубации и выклева икры в грунте пресных водотоков. В этот период наблюдается наибольший уровень отхода неоплодотворенной икры, а также эмбрионов – до 90 % от икры, сформированной самкой в период нагула и созревания. В связи с этим ихтиологи по всему миру ведут работы для повышения эффективности естественного нерес-

та производителей лососевых рыб и снижения потерь эмбрионов и личинок в реках с целью повысить продуктивность естественных нерестилищ и увеличить возврат товарной рыбы. Одно из направлений в этой работе посвящено созданию искусственных устройств для инкубации лососевой икры в естественных условиях рек [Donaghy, Verspoor, 2000; Лупандин и др., 2005; Dumas, Marty, 2006; Веселов и др., 2007, 2011; Pander et al., 2009; Павлов и др., 2010, 2011, 2013; Ефремов и др., 2019]. В эти устройства закладывают искусственно оплодотворенную икру и размещают их на порогах и перекатах рек. После длительной инкубации по полноцикловой (до 8 месяцев с момента оплодотворения) либо короткоцикловой (до 3 месяцев со стадии «пигментация глаз») технологии личинки лососевых рыб самостоятельно расселяются из гнезд-инкубаторов по порогам и ведут характерный для дикой молодежи образ жизни (их рост и развитие происходит на естественной кормовой базе). Некоторые устройства предусматривают изъятие выклюнувшихся личинок или мальков для дальнейшего подращивания молодежи в искусственно созданных заводях, бассейнах, прудах и т. д. с применением различных кормов.

На базе Лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии КарНЦ РАН уже больше 20 лет ведутся разработки искусственных гнезд-инкубаторов икры, создано и испытано более 25 их образцов. В устройстве типа «Шайба» удалось добиться наибольшей эффективности выхода жизнестойких личинок – до 97% [Веселов и др., 2011]. 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. Емкость данного инкубатора значительно возросла по сравнению с ранее созданными устройствами для инкубации икры благородных лососей. За основу взято сконструированное нами устройство для тихоокеанских лососей «Многослойное-10000» [Ефремов и др., 2016] вместимостью в поздних модификациях до 12 000 икринок кеты/горбуши. В отличие от большинства тихоокеанских лососей (кета, горбуша, сима), скатывающихся в нагульный водоем сразу после выклева, атлантический лосось и кумжа обладают территориальным поведением и проводят в реке 3–6 месяцев. 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. Для этого в конструкции прототипа количество слоев инкубационного субстрата было сокращено с 7 до 3, размер лотков был уменьшен и они получили обтекаемую форму. Водозаборник/фильтр также значительно уменьшили, длину соединительного патрубка сократили с 7 до 2 м, что облегчило установку устройства в реки. В результате было разработано и изготовлено компактное устройство с выносным водозаборником/фильтром, вместимостью 3000 икринок, адаптированное для инкубации икры лососей рода *Salmo*.

Цель работы – провести испытания конструкции гнезда-инкубатора икры «Salmo-3000» повышенной вместимости с заложенной в него икрой атлантического лосося 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 конструктивные недостатки устройств и способов их установки.

## Материалы и методы

Испытания гнезда-инкубатора икры «Salmo-3000» проводили в реке Индэра – горно-равнинного типа, умеренно-холодноводной, достаточно разветвленной, принимающей 12 притоков (рис. 1). Длина реки составляет 36 км, площадь водосборного бассейна 225 км<sup>2</sup>. Протекает преимущественно в таежной зоне с большим количеством болот, что определяет темный цвет воды в реке, насыщенной гуминовыми кислотами, прозрачность 1–1,2 м. Исток ее находится в болотистой местности (66°21'15" с. ш. 37°36'22" в. д.) в мелководном безымянном озере. Река протекает через несколько озер, в числе которых озеро Индёрское (рис. 1).

Гнездо устанавливали на галечный грунт на перекатном участке с поверхностной скоростью течения 0,8 м/с и глубиной 0,4 м.

В работе использовалось гнездо-инкубатор икры «Salmo-3000» вместимостью до 3000 икринок (рис. 2). Устройство выполнено из пищевого пластика (полиэтилентерфталат, PET), пластика низкого давления (ПНД), оцинкованного металла и стеклопластика. Включает водозаборник/фильтр. Устанавливается на грунт и засыпается валунами с галькой выше по течению от основного корпуса, обеспечивает постоянное поступление чистой подрусловой воды к икре. Внутреннее пространство водозаборника разделено на камеры перфорированной пластиной, основная камера засыпана галькой D 20–30 мм, компонент снабжен быстроразъемным соединением.

Крепление к грунту осуществляется с помощью стеклопластиковой арматуры D 8 мм, прут забивается в грунт на глубину 30–35 см особым устройством для забивания, над поверхностью грунта расположена часть прута длиной 12–15 см, проходящая сквозь корпус водозаборника. Отверстия для поступления воды расположены на дне водозаборника, что сокращает количество всасываемого ила. Водозаборник соединен с основным корпусом соединительным гофрированным патрубком длиной 2 м, выполнен из ПНД, имеет жесткость, способную выдерживать сдавливающие нагрузки, устойчив к разрывам и механическим повреждениям.

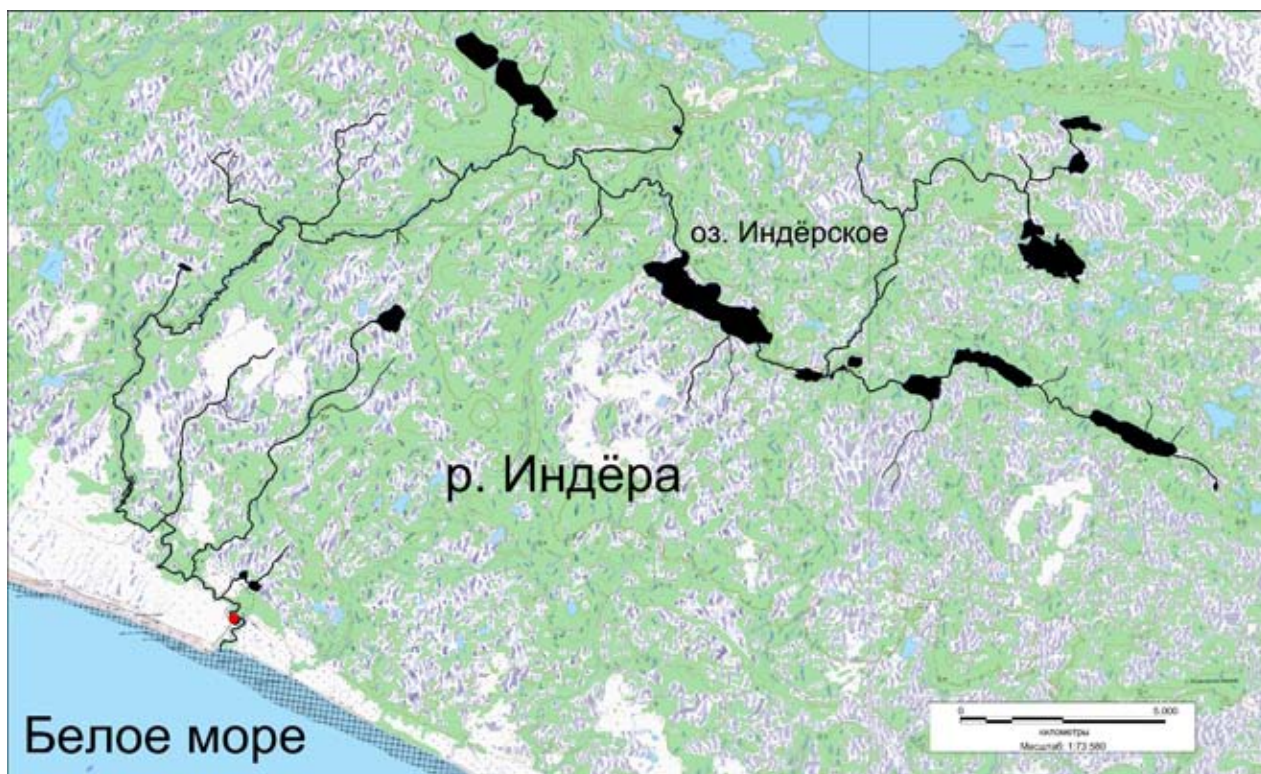


Рис. 1. Карта-схема водосбора реки Индёра. Красной точкой обозначено место проведения эксперимента  
 Fig. 1. Schematic map of the Indyora River catchment. The red dot indicates the location of the experiment

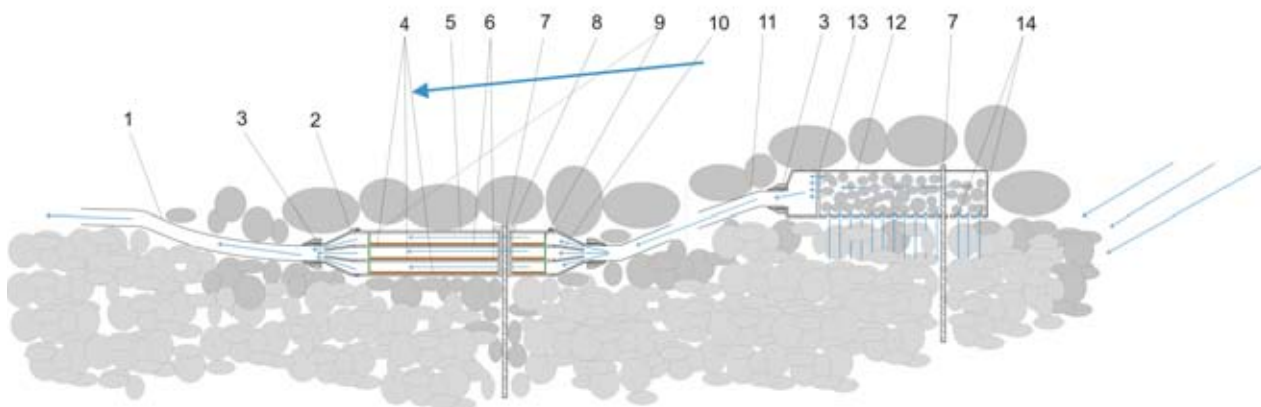


Рис. 2. Устройство гнезда-инкубатора икры «Salmo-3000», схема работы:

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

Fig. 2. Design of the eggs incubation nest “Salmo-3000”, operation scheme:

1 – outlet branch pipe, 2 – collecting chamber, 3 – quick-detachable connection, 4 – incubation trays with grooves for eggs, 5 – lid of the upper incubation tray, 6 – incubated eggs, 7 – retaining fiberglass armature, 8 – guiding pin-tube, 9 – bounding grid (green), 10 – distribution chamber, 11 – connecting branch pipe, 12 – filtering water inlet piece, 13 – perforated bypass plate, 14 – water inlet perforations

Основной корпус имеет распределительную решетку с быстросъемным соединением с одной стороны, для подключения соединительного патрубка, и направляющие пазы с другой стороны, для крепления к корпусу инкубационных лотков. Решетка состоит из корпуса и двух пластин, расположенных под углом таким образом, что струя воды от соединительного патрубка разделяется на три независимых потока, поступающих к трем инкубационным лоткам. Инкубационные лотки расположены друг над другом, образуя бортиками стенки основного корпуса, верхний накрывается сплошной крышкой с пазами на внутренней стороне. Дном инкубационного корпуса является дно нижнего лотка, выполнено сплошным, без пазов; на дне второго и третьего лотка имеются пазы, ограничивающие передвижение лотков в пространстве относительно друг друга. Каждый лоток на дне имеет лунки с дренажными перфорациями в стенках, в которые помещается оплодотворенная икра, ширина лунок соответствует диаметру икринок и составляет 6 мм. С торцов лотков установлены ограничивающие решетки на входе и выходе воды, не позволяющие икре вымываться из лотков при закладке. На выпускных торцах лотков расположены пазы для установки собирающей выпускной решетки; с одной стороны у нее имеются выступы для крепления к основному корпусу, с другой присоединен выпускной патрубок, через который происходит выход воды с метаболитами наружу, а после выклева личинок и поднятия «на плав» мальков – выход мальков на поверхность грунта. Собирающая решетка конструктивно идентична распределительной и объединяет три независимых струи воды в одну.

В инкубационных лотках ближе к впускному краю расположено отверстие, изолированное от инкубационного пространства стенкой. Отверстие цилиндрической формы, расположено таким образом, что в собранном виде формируется плотный канал для установки крепежной трубки, через которую происходит установка крепежного стержня из стеклопластиковой арматуры. Стержень забивается в грунт специальным устройством, исключающим механические удары по основному корпусу с икрой, но эффективно забивающим стержень на глубину 25–30 см в грунт; над поверхностью остается часть стержня высотой 20 см, что соответствует высоте инкубатора 19 см. Данное устройство устанавливали с использованием дополнительного крепежа к грунту – стержней из стеклопластиковой арматуры D 8 мм и длиной 50 см, один для основного корпуса, второй для водозаборника. В качестве основного гру-

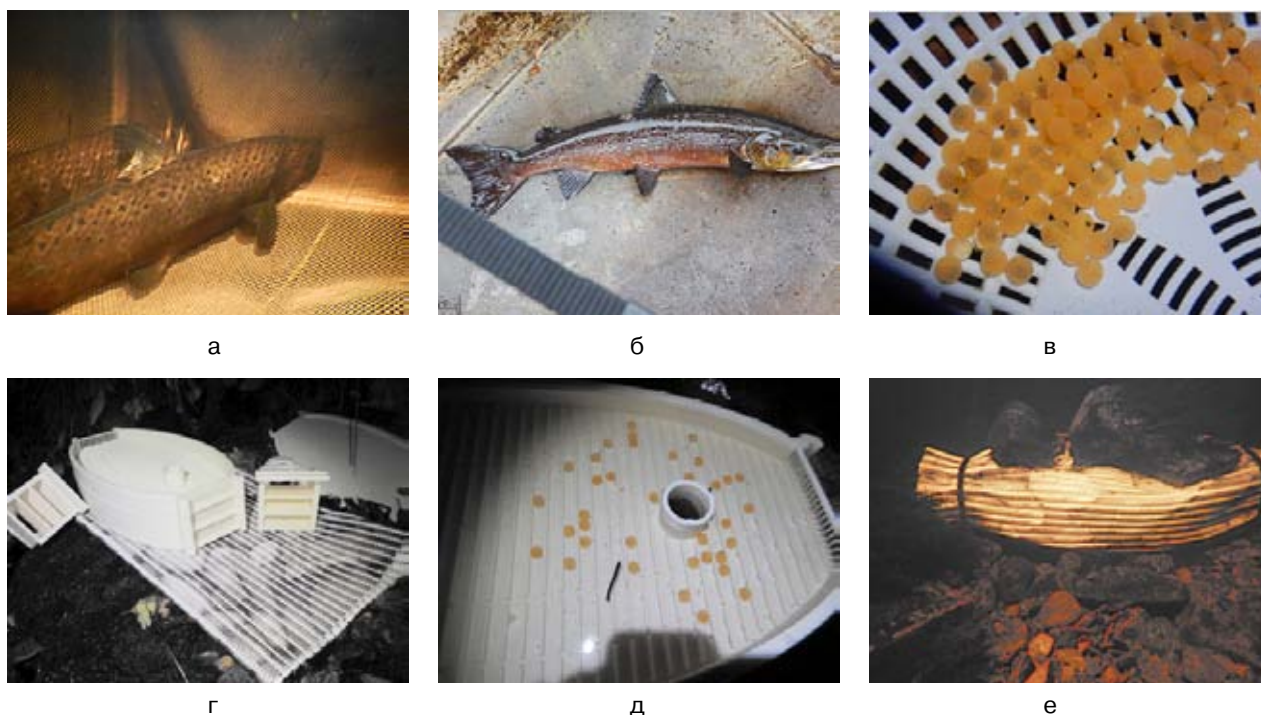
за использовали мелкие валуны и гальку, которыми равномерно закрыли все компоненты устройства.

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 погибших личинок.

В реке Индэра заложено одно гнездо «Salmo-3000» с частичной загрузкой 150 икринок семги – по 50 икринок на слой (рис. 3). Икру для закладки в гнезда получали от производителей семги, выловленных на порогах реки Индэра жаберными сетями, ячея 50 мм, по разрешению 51-220-0278, серия БМ № 014203. Лов осуществлялся 5 октября 2020 года, отловлены две самки и один самец весом около 1 кг каждая особь. Особи находились на завершающей стадии нереста. В самке оставалось около 1000 икринок, часть их были взяты для биохимического анализа и исследования эмбриогенеза, 150 шт. использованы для закладки в искусственное гнездо-инкубатор икры. Икру оплодотворяли сухим методом, после выдерживания в течение 12 часов для набухания икру заложили в гнездо. Место установки гнезда обозначено на рис. 1.

Устройство работает следующим образом. Гнездо-инкубатор рассчитано на одновременную инкубацию до 3000 икринок атлантического лосося или кумжи. Его устанавливают в осенний период до ледостава или в зимнее (весеннее) время при наличии ледяного покрова на реке по одному на участок до 2000 м<sup>2</sup> для получения расчетной плотности сеголеток после выхода 150 особей на 100 м<sup>2</sup>, что соответствует средним значениям плотности молоди в реке Варзуга [Калюжин, 2004].

При установке устройства сначала готовят дно: расчищают поверхность грунта от валунов, формируя желоб для укладки водозаборника, соединительного патрубка и основного корпуса, далее выше по течению от основного корпуса устанавливают водозаборник/фильтр, к нему подключают через быстросъемное соединение соединительный патрубок и укладывают его в грунт. Водозаборник крепят через направляющее отверстие в корпусе к грунту прутком арматуры, забивая его установочным устройством на глубину 30–35 см. Соединительный патрубок распрямляют, необходимо удостовериться, что в нем отсутствует воздух



*Рис. 3.* Река Индэра. Этапы получения оплодотворенной икры семги и установки гнезда-инкубатора «Salmo-3000» в реку:

а – самки атлантического лосося в брачном наряде, б – самец атлантического лосося в брачном наряде, в – оплодотворенная икра атлантического лосося, г – инкубатор икры «Salmo-3000», д – загрузка оплодотворенной икры, е – «Salmo-3000» в сборе на перекате реки Индэра

*Fig. 3.* Indyora River. Stages of obtaining fertilized salmon eggs and installing the “Salmo-3000” incubation nest in the river:

а – female Atlantic salmon in nuptial colour, б – male Atlantic salmon in nuptial colour, в – fertilized Atlantic salmon eggs, г – incubation nest «Salmo-3000», д – loading of the fertilized eggs, е – assembled «Salmo-3000» at the Indyora River riffle

(патрубок перестает всплывать) и вода свободно изливается, затем он укладывается в желоб в грунте. Далее водозаборник и соединительный патрубок закладываются валунами и галькой до полного скрывания всех компонентов, остается лишь небольшой нижний конец патрубка для подключения к основному корпусу.

Основной корпус отдельно снаряжают на берегу. Предварительно в первый лоток наливают воду и в нее мерным стаканчиком высыплют оплодотворенную набухшую икру, которую распределяют по инкубационным канавкам силиконовой кистью. Заполненный лоток помещается в воду (это либо река, либо плоская емкость с речной водой), и затем последовательно наполняются второй и третий лотки. После заполнения лотков икрой их устанавливают друг над другом в пазы, верхний лоток накрывается крышкой. В направляющие пазы на впускной и выпускной стороне корпуса вставляются распределительная и выпускная решетки с выпускным патрубком. Решетки фиксируются на корпусе нейлоновыми хомутами

длиной 450 мм через крепежные пазы. Далее основной корпус накрывается защитным чехлом из губчатой ткани, через цилиндрическое отверстие корпуса вставляется направляющая трубка. Защитный чехол дополнительно фиксируется нейлоновыми хомутами со стороны впускного и выпускного края корпуса.

Собранное устройство плавно погружается в воду в месте установки (не допускается быстрое погружение) – необходимо постепенно наполнить внутреннюю инкубационную камеру водой и дождаться выхода воздуха, это обеспечит равномерное распределение икринок внутри корпуса в канавках. Устройство устанавливается вблизи свободного нижнего конца соединительного патрубка, который подключают к основному корпусу через быстроразъемное соединение. Далее в направляющую трубку с помощью забивочного устройства устанавливается крепежный стержень арматуры. Удары при этом следует наносить осторожно, не допуская встрясок основного корпуса с икрой. Глубина установки стержня составляет 25–30 см

в грунте, над поверхностью останется около 20 см стержня, достаточные для фиксации основного корпуса. Вертикальная установка стержня обеспечивает устранение горизонтального усилия потока, приводящего к сносу устройства в паводок. Далее основной корпус накрывается валунами и галькой до полного скрывания, на поверхность грунта выводится только конец выпускного патрубка. Следует использовать крупные тяжелые валуны – конструкция устройства рассчитана на противостояние вертикальному сдавливанию под весом, например, проходящего по грунту человека или крупного зверя (лось, медведь). Тяжелые валуны исключают смывание устройства и его компонентов при сильном весеннем паводке и прохождении льда.

Чистая вода из подруслового потока поступает в водозаборник/фильтр через нижние впускные отверстия, предварительная очистка воды проходит в слое укрывочного грунта, вторичная – в гальке первой камеры водозаборника, далее через перфорированные отверстия пластины водозаборника вода поступает во вторую камеру и в гофрированный соединительный патрубок, в котором задерживаются тяжелые частицы песка в прорезях гофры (рис. 2). Далее естественным током через распределительную решетку и впускную ограничивающую решетку вода поступает в инкубационные лотки основного корпуса с икринками. После омывания икринок и выклева личинок вода с метаболитами собирается через нижнюю собирающую камеру и через выпускной патрубок изливается наружу. Вылупившиеся из икринок личинки некоторое время находятся в инкубационных канавках, а затем, после поднятия «на плав», они покидают основное устройство через выпускной патрубок и свободно расселяются на грунте НВУ. Обычно на Кольском полуострове это происходит в конце июня. После выхода личинок устройство поднимают со дна реки, разбирают, очищают от ила и наносов, промывают защитную сетку либо заменяют при необходимости. Устройство можно использовать вторично. Количество циклов его использования не ограничено, по мере повреждения возможно заменять отдельные элементы конструкции.

Измерения температуры воды в ходе эксперимента носили эпизодический характер, в связи с этим приводим данные, полученные нами в разные годы с использованием стандартного электронного термометра для воды. Так, на момент закладки икры в устройство 5 октября 2020 г. температура воды в реке Индэра составляла 6,3 °С, при завершении работ 7 октября – 4,1 °С. В более ранних исследова-

ниях в марте 2017 г. в реке Индэра фиксировалась температура воды (подо льдом) 0,1 °С; 12–15 мая 2014 г. она составляла 4–5 °С. По нашим наблюдениям, устойчивый ледовый покров на реке Индэра держится 7 месяцев – с середины октября до первой декады мая, далее наблюдается постепенный прогрев воды после схода снега и распаления льда на озерах, расположенных в истоке реки.

Появление диких личинок семги и кумжи в грунте мы отмечали методом электролова 20–23 июня 2018 г. при температуре воды 14–15 °С. У мальков наблюдался остаток желточного мешка 15–20% от веса особи. Таким образом, период инкубации длится с октября до мая, в мае–июне в гнездах находятся личинки семги, которые в конце июня выходят из грунта и расселяются на НВУ.

## Результаты и обсуждение

В реке Индэра при постановке эксперимента обе отловленные самки атлантического лосося находились в завершающей стадии нереста, остаток икры был минимальным. Самец также был практически пустой, с минимальным остатком молок (брюшная полость впалая, особь в состоянии истощения, в полости замещающая жидкость вместе с остатками половых продуктов). Лов производился жаберной сетью (следует выполнять вдвоем) методом протаскивания сети по порогу. Ловцы с собой несут садок, после всплеска в месте контакта рыбы с сетью необходимо незамедлительно поймать рыбу и выпутать ее. У всех трех особей обьячеивания не происходило, в течение 10–15 секунд после всплеска рыба была посажена в садок. Следов повреждения, механических травм в результате воздействия сети на рыбу не обнаружено. В случае обьячеивания особей следует перерезать леску, не допуская грубого пропихивания рыбы через ячейки, как принято у рыбаков. Чтобы не допустить ожога рыб от теплых рук, работу проводили в неопределенных перчатках толщиной 5 мм.

После отлова производителей и выдерживания около 2 часов в проточном русловом садке произвели забор половых продуктов, оплодотворение проводили сухим методом. После смешивания икры со спермой провели активацию продуктов водой, промыли и далее поместили для набухания в реку на 7 часов. После завершения набухания из 800 икринок выявлено не более 10–12 неоплодотворенных. Часть икры использована для экспериментальной работы, 150 икринок загрузили в гнездо-инкубатор.

На первом этапе установки гнезда подготовили участок реки. Крупные валуны сложили грудой, расчистили площадку за крупным валуном для водозаборника, а затем канаву (шириной и глубиной по 10 см, протяженностью 2 м) для размещения соединительного патрубка. Помещенный на дно водозаборник зафиксировали отрезом арматуры с помощью забивающего приспособления. Заглубить арматуру на 30 см не составило труда, при каждом ударе происходило заглубление на 1–3 см, данный способ фиксации оказался очень простым и эффективным. Около 15–20 минут понадобилось для закапывания водозаборника/фильтра и соединительного патрубка. Снаряжение основного корпуса с закладкой икры не превысило 5 мин, установка, фиксация и закапывание основного корпуса заняли около 15 мин. В результате время установки инкубатора составило 50–60 мин, что дольше описанной методики для аналогичных устройств [Федорова и др., 2015; Ручьев и др., 2016], в которой время снаряжения одного диска насчитывало около 15 минут, но в приведенных устройствах емкость не превышала 500 икринок. Метод объемной закладки, при котором икринки с помощью мерного стаканчика с водой выливаются в инкубационные лотки и распределяются силиконовой кистью, также оказался быстрым и эффективным. При этом отход икринок от механического воздействия минимальный – возможно, погибшие икринки, обнаруженные при снятии устройства, стали следствием распределения икринок при закладке.

Снятие гнезда-инкубатора (рис. 4) проводили в июне 2021 года, после спада паводка. Устройство обнаружено на месте установки, без смещения. В целом на конструкции были заметны следы длительного нахождения в реке,

защитный чехол покрылся водорослями. Способ крепления компонентов к грунту реки оказался эффективным, часть валунов, которыми закладывали инкубатор, были снесены потоком, а устройство устояло. Проверка водозаборника/фильтра и соединительного патрубка на заиливание показала отсутствие в них песка и наличие незначительного количества мелкодисперсного ила. Это свидетельствует об эффективной работе фильтра с впускными отверстиями в дне элемента. Галька в фильтрующей камере эффективно выполняет функцию фильтра и дополнительного груза. Все крепежные хомуты на основном корпусе инкубатора оставались на месте, их пришлось срезать кусачками. Быстроразъемные соединения, распределительная и собирающая решетка, инкубационные лотки не имели следов повреждений. Выпускной патрубок находился над поверхностью грунта, выпускное отверстие было свободно от наносов. Ограничивающие сетки с щелями также оказались чистыми и незасоренными – сохранялась вероятность того, что впускные отверстия забьет песком, но этого не произошло, все расчеты оказались верными. Проточность внутри устройства сохранилась даже спустя 8 месяцев автономной работы.

Эффективность выхода мальков из устройства определяли по остатку погибших икринок и личинок. Всего обнаружено две погибшие икринки в нижней лотке инкубатора и по одной – в среднем и верхнем слое инкубатора. По одной погибшей личинке с остатком желточного мешка 70–80% было в верхнем и среднем лотках. Всего из 150 икринок инкубацию завершили 146 эмбрионов, покинули устройство 144 малька. Эффективность выклева личинок составила 97,2%, эффективность выхода мальков составила 96%. Данный показатель является достаточно высоким, но следует отметить,



Рис. 4. Река Индэра. Этапы снятия гнезда, разборка:

а – подъем гнезда из реки, б – снятие защитного чехла, в – гнездо «Salmo-3000» после установки

Fig. 4. Indyora River. Stages of the nest removing, disassembly:

а – lifting the nest from the river, б – removing the protective cover, в – nest «Salmo-3000» after installation



что устройство было установлено с частичной загрузкой и при закладке с полной загрузкой возможно ожидать незначительного увеличения процента отхода личинок и эмбрионов.

После снятия инкубатора все элементы промыли проточной водой (было необходимо смыть только 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 прочно закрепляется в седиментированном грунте.

Испытания гнезд-инкубаторов «Salmo-3000» в р. Индэра проводили по полноцикловой технологии [Павлов и др., 2014]. В данном регионе она была предпочтительна, так как поблизости отсутствуют рыболовные заводы и икру негде инкубировать до стадии «глазок». Кроме того, стадия «глазок» у атлантического лосося 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 3 м и шириной 1 м. По нашему опыту, три человека могут 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 пропиленные 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% [Веселов и др., 2011, 2013; Ручьев и др., 2016]. 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 [Казаков, 1982]. В нашем случае превышения содержания частиц ила в устройстве обнаружить не удалось.

Разработанное нами устройство ориентировано в основном на одиночный способ установки с заданной плотностью 1 инкубатор на 1,0–1,5 тыс. м<sup>2</sup>. Испытания в реках показали, что они устойчивы к паводкам, так как находятся между возвышающимися валунами, и удобны для использования в порогах рек с неровным рельефом дна. Глубины на участке должны составлять не менее 0,3 м, 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 [Смирнов, 1979; Tonina, Buffington, 2009]. Также для установки не следует избирать узкие канализованные участки – в период паводка здесь скорости течения становятся критическими, предпочтительны предперекатные участки перед разливом на сравнительно широкий пережат или порог.

В европейских странах для умеренного климата чаще всего используют русловой тип забора воды. В этом случае приходится бороться с поступлением внутрь инкубаторов губительных для эмбрионов частиц ила или детрита, в связи с чем устройства необходимо периодически обслуживать, заменяя фильтры и удаляя погибших личинок [Brenner, Schneider, 2005]. В условиях сурового климата северо-запада России, с длительным, до 8 месяцев, периодом ледостава, обслуживаемые устройства непригодны, т. к. стоимость их обслуживания значительно повышается, делая их применение нерентабельным. В связи с этим возникает необходимость разработки и применения необслуживаемых устройств, запитанных на естественно очищенном подрусловом потоке [Лупандин и др., 2005; Веселов и др., 2011, 2013; Федорова и др., 2015]. 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 2020–2021 году испытания гнезда-инкубатора икры «Salmo-3000» с частичной загрузкой 150 икринок атлантического лосося по полноцикловой технологии (автономность 8 месяцев) оказались успешными, удалось получить 144 жизнестойких малька семги. Всего было апробировано одно устройство. Эффективность выклева личинок составила 97,3 %, выход малька – 96,0 %. В ходе работ единственным 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 гидрокостюм (использовали верхнюю часть от гидрокостюма 7 мм, в сочетании с вейдерсами, без погружения работника в воду).

Также отработана методика отлова производителей атлантического лосося непосредственно на нерестилище в период нереста, работа на завершающей стадии нереста не помешала рыбе сформировать естественные бугры. 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 устройства с ярусным расположением инкубационных лотков в три слоя с канавками, в сочетании с распределительной решеткой для воды, выносным водозаборником/фильтром, значительно эффективнее по емкости закладываемой икры, чем одноярусные

устройства. Наличие ограничивающих решеток в лотках способствовало надежной и быстрой загрузке лотков и сборке основного корпуса инкубатора, при перемещении лотков икра не выплескивалась через подающие и выпускные отверстия. После выклева все личинки находились в инкубационных лотках и только после поднятия «на плав» успешно покинули инкубатор через выпускной патрубок. Применение арматуры из стеклопластика позволило сохранить устройство в условиях сильного весеннего паводка (уровень подъема воды до 2 м) в арктической реке, использование в качестве груза и маскировки крупных валунов позволило избежать разрушения устройства вандалами (рыбаки в большом количестве посещают данный участок реки). Одним из недостатков стеклопластиковой арматуры стала сложность ее извлечения при снятии устройства, пришлось прибегнуть к помощи клещей – арматура плотно держалась в седиментированном грунте реки. В целом эффективность выклева личинок составила 97–98 %, выход из гнезд мальков составил 96 %.

Таким образом, результаты выполненных ранее и в данной работе испытаний позволяют рекомендовать для внезаводского воспроизводства атлантического лосося и кумжи гнезда-инкубаторы «Salmo-3000» после проведения второго этапа испытания устройств с полной загрузкой. Предпочтительно, чтобы они 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>. Сложность и трудоемкость установки позволяет сохранить устройство и икру при ледоходе, конструктивные решения обеспечивают защиту и устойчивость гнезд на неровном дне в паводки, устойчивость к большому весу (наступившего человека или зверя).

После завершения второго этапа испытаний с полной загрузкой гнезда-инкубаторы планируется использовать при восстановлении численности популяций и воссоздании стад лососевых видов рыб в реках с критически низким количеством производителей или с утраченными популяциями атлантического лосося и кумжи.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (тема «Закономерности функционирования и динамика сообществ гидробионтов водных экосистем Европейского Севера» (0218-2019-0081)).*

## Литература

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. Вып. 11. С. 14–19.

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. Вып. 3. С. 28–38.

Веселов А. Е., Павлов Д. С., Скоробогатов М. А., Ефремов Д. А., Нагирия Г. А., Ручьев М. А. Результаты испытаний новой конструкции гнезда-инкубатора лососевой икры в речных условиях // Труды КарНЦ РАН. 2013. № 3. С. 179–184.

Ефремов Д. А., Веселов А. Е., Скоробогатов М. А. Гнездо-инкубатор для икры лососевых рыб в естественных условиях. Патент на полезную модель № RU159183, приоритет 06.10.2015. 2016. 4 с.

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. С. 57–73. doi: 10.17076/eb1019

Казаков Р. В. Биологические основы разведения атлантического лосося. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. 144 с.

Калюжин С. М. Атлантический лосось Белого моря: проблемы воспроизводства и эксплуатации. Петрозаводск: ПетроПресс, 2004. 264 с.

Лупандин А. И., Павлов Д. С., Веселов А. Е., Калюжин С. М. Искусственное воспроизводство атлантического лосося (*Salmo salar*) в естественных условиях // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2005. С. 434–445.

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. Бюл. № 33 от 2010. 4 с.

Павлов Д. С., Веселов А. Е., Скоробогатов М. А., Волков Б. А. Устройство для инкубации икры лососевых рыб в естественных условиях. Патент на полезную модель № 110229. Бюл. от 2011. 2 с.

Павлов Д. С., Веселов А. Е., Скоробогатов М. А., Волков Б. А., Ефремов Д. А. Устройство для инкуба-

ции икры и получения личинок лососевых рыб в естественных условиях. Патент на полезную модель № 127587. Бюл. № 13 от 2013. 4 с.

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. Опубликовано 20.11.2014. Бюл. № 32. 4 с.

Ручьев М. А., Ефремов Д. А., Скоробогатов М. А., Веселов А. Е. Испытание гнезд-инкубаторов икры кумжи (*Salmo trutta* L.) двухъярусной конструкции в реке Улмосенйоки (бассейн Ладожского озера) // Труды КарНЦ РАН. 2016. № 6. С. 91–98. doi: 10.17076/eb344

Смирнов Ю. А. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование). Л.: Наука, 1979. 156 с.

Федорова Л. К., Веселов А. Е., Ефремов Д. А., Скоробогатов М. А., Мадудин А. И. Внезаводской метод восстановления популяций как подход к сохранению биологического разнообразия тихоокеанских лососей // Современные проблемы исследования биоразнообразия растительных и животных сообществ и пути их сохранения: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. (14–17 октября 2014). Ю-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2015. С. 90–96.

Brenner T., Schneider J. Der lachs kehrt zurück / Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 2005. 63 p.

Donaghy M. J., Verspoor E. A new design of in-stream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs // N. Am. J. Fish. Manag. 2000. Vol. 20. P. 521–527. doi: 10.1577/1548-8675(2000)020<0521:ANDOII>2.3.CO;2

Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon // J. Fish Biol. 2006. Vol. 68. P. 284–304. doi: 10.1111/j.1095-8649.2005.00907.x

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. Vol. 74. P. 683–690. doi: 10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x

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. No. 66. P. 2157–2173. doi: 10.1139/F09-146

Поступила в редакцию 29.09.2021

## References

Efremov D. A., Veselov A. E., Skorobogatov M. A. Gnezdo-inkubator dlya ikry lososevykh ryb v estestvennykh usloviyakh [Incubation nest for salmon eggs under natural conditions]. Patent for utility model no. RU159183, priority 11.06.2015. 2016. 4 p.

Efremov D. A., Veselov A. E., Ruch'ev M. A., Skorobogatov M. A., Fedorova L. K., Madudin A. I. Ispytanie gnezd-inkubatorov ikry kety (*Oncorhynchus keta*) «Shaiba 400» v malykh pritokakh reki Malka (o. Sakha-

lin) [Trials of «Shayba 400» incubation nests for chum salmon (*Oncorhynchus keta*) eggs in small tributaries to the Malka River (Sakhalin Island)]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2019. No. 6. P. 91–98. doi: 10.17076/eb344

Fedorova L. K., Veselov A. E., Efremov D. A., Skorobogatov M. A., Madudin A. I. Vnezavodskoi metod vosstanovleniya populyatsii kak podkhod k sokhraneniyu biologicheskogo raznoobraziya tikhookeanskikh lososei

[Extra factory method of populations restoration as an approach to the conservation of biological diversity of the Pacific salmon]. *Sovr. probl. issled. bioraznoobraziya rast. i zhivot. soobshchestv i puti ikh sokhraneniya*: Sb. mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (14–17 okt. 2014 g.) [Current iss. of plant and animal communities biodiversity and ways of their conservation: Proceed. int. sci.-pract. conf. (Oct. 14–17, 2014)]. Yu-Sakhalinsk: SakhSU, 2015. P. 90–96.

Kazakov R. V. Biologicheskie osnovy razvedeniya atlanticheskogo lososya [Biological bases of the Atlantic salmon cultivation]. Moscow: Legk. i pishch. prom., 1982. 144 p.

Lupandin A. I., Pavlov D. S., Veselov A. E., Kalyuzhin S. M. Iskusstvennoe vosproizvodstvo atlanticheskogo lososya (*Salmo salar*) v estestvennykh usloviyakh [Artificial reproduction of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) under natural conditions]. *Fund. osnovy upravleniya biol. resursami* [Fundamentals of biol. resources management]. Moscow: KMK, 2005. P. 434–445.

Kalyuzhin S. M. Atlanticheskii losos' Belogo morya: problemy vosproizvodstva i ekspluatatsii [Atlantic salmon of the White Sea: problems of reproduction and exploitation]. Petrozavodsk: PetroPress, 2004. 264 p.

Pavlov D. S., Skorobogatov M. A., Veselov A. E., Kalyuzhin S. M., Volkov B. A. Ustroistvo dlya inkubatsii ikry v estestvennykh usloviyakh [The device for eggs incubation under natural conditions]. Patent for utility model no. 99688. Bull. no. 33 dated 2010. 4 p.

Pavlov D. S., Veselov A. E., Skorobogatov M. A., Volkov B. A. Ustroistvo dlya inkubatsii ikry lososevykh ryb v estestvennykh usloviyakh [The device for salmon eggs incubation under natural conditions]. Patent for utility model no. 110229. Bull. dated 2011. 2 p.

Pavlov D. S., Veselov A. E., Skorobogatov M. A., Volkov B. A., Efremov D. A. Ustroistvo dlya inkubatsii ikry i polucheniya lichinok lososevykh ryb v estestvennykh usloviyakh [The device for eggs incubation and salmon larvae breeding under natural conditions]. Patent for utility model no. 127587. Bull. no. 13 dated 2013. 4 p.

Pavlov D. S., Veselov A. E., Skorobogatov M. A., Efremov D. A. Ustroistvo dlya inkubatsii ikry lososevykh ryb v rekakh [The device for salmon eggs incubation in rivers]. Patent for utility model no. RU 147950. Dated. 20.11.2014. Bull. no. 32. 4 p.

Ruch'ev M. A., Efremov D. A., Skorobogatov M. A., Veselov A. E. Ispytanie gnezd-inkubatorov ikry kumzhi (*Salmo trutta* L.) dvukh'yarusnoi konstruktsii v reke Ulmosenioki (bassein Ladozhskogo ozera) [Trials of two-level nests for incubation of brown trout (*Salmo trutta* L.) eggs in the Ulmosenjoki River (Lake Ladoga

Catchment)]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2016. No. 6. P. 91–98. doi: 10.17076/eb34

Smirnov Yu. A. Presnovodnyi losos' (ekologiya, vosproizvodstvo, ispol'zovanie) [Landlocked salmon (ecology, reproduction, and management)]. Leningrad: Nauka, 1979. 156 p.

Veselov A. E., Alikov L. V., Skorobogatov M. A., Zubchenko A. V., Kalyuzhin S. M., Shustov Yu. A., Potutkin A. G. Iskusstvennaya inkubatsiya ikry atlanticheskogo lososya (*Salmo salar* L.) v estestvennykh usloviyakh [Artificial incubation of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) under natural conditions]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2007. Iss. 11. P. 14–19.

Veselov A. E., Pavlov D. S., Skorobogatov M. A., Efremov D. A., Belyakova E. N., Potapov K. Yu. Opyt iskusstvennoi inkubatsii ikry atlanticheskogo lososya (*Salmo salar* L.) v r. Sune (bassein Onezhskogo ozera) [An experience of artificially incubating Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) eggs in the Suna River (Lake Onega Basin)]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2011. No. 3. P. 28–38.

Veselov A. E., Pavlov D. S., Skorobogatov M. A., Efremov D. A., Nagirnyak G. A., Ruch'ev M. A. Rezul'taty ispytaniy novoi konstruktsii gnezda-inkubatora lososevoi ikry v rechnykh usloviyakh [Results of trials of a new design of the salmon eggs incubation redd in fluvial settings]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2013. No. 3. P. 179–184.

Brenner T., Schneider J. Der lachs kehrt zurück. Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, 2005. 63 p.

Donaghy M. J., Verspoor E. A new design of in-stream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs. *N. Am. J. Fish. Manag.* 2000. Vol. 20. P. 521–527. doi: 10.1577/1548-8675(2000)020<0521:ANDOII>2.3.CO;2

Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon. *J. Fish Biol.* 2006. Vol. 68. P. 284–304. doi: 10.1111/j.1095-8649.2005.00907.x

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. Vol. 74. P. 683–690. doi: 10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x

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. No. 66. P. 2157–2173. doi: 10.1139/F09-146

Received September 29, 2021

## **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

### **Ефремов Денис Александрович**

научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии КарНЦ РАН,  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр РАН»  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910

инженер  
Институт проблем экологии и эволюции  
им. А. Н. Северцова РАН  
Ленинский пр., 33, Москва, Россия, 119071  
эл. почта: denisefremov@list.ru  
тел.: +79114103105

### **Скоробогатов Михаил Александрович**

научный сотрудник, д. т. н.  
Институт проблем экологии и эволюции  
им. А. Н. Северцова РАН,  
Ленинский пр., 33, Москва, Россия, 119071

ведущий научный сотрудник  
Тверской государственной технической университет  
наб. Афанасия Никитина, 22, Тверь, Россия, 170026  
эл. почта: skorobogatov1@rambler.ru  
тел.: +79109366948

### **Потуткин Александр Геннадьевич**

научный сотрудник  
Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»  
(«ПИНРО» им. Н. М. Книповича)  
ул. Академика Книповича, 6, Мурманск, Россия, 183038  
эл. почта: potutkin@pinro.ru  
тел.: +79533015798

## **CONTRIBUTORS:**

### **Efremov, Denis**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution,  
Russian Academy of Sciences  
33 Leninsky Ave., 119071 Moscow, Russia  
e-mail: denisefremov@list.ru  
tel.: +79114103105

### **Skorobogatov, Mikhail**

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution,  
Russian Academy of Sciences  
33 Leninsky Ave., 119071 Moscow, Russia

Tver State Technical University  
22 Nab. Afanasia Nikitina, 170026, Tver, Russia  
e-mail: skorobogatov1@rambler.ru  
tel.: +79109366948

### **Potutkin, Alexander**

Polar Branch of the Russian Federal Research Institute  
of Fisheries and Oceanography  
("PINRO" named after N. M. Knipovich)  
6 Academician Knipovich St., 183038 Murmansk, Russia  
e-mail: potutkin@pinro.ru  
tel.: +79533015798