

Апробация гнезда-инкубатора икры кеты (*Oncorhynchus keta* W.) в малых реках Сахалинской области

Фото 4. Мальки кеты полученные в результате инкубации, посажены в бассейн для докармлевания /
Photo 4. The chum salmon fry obtained as a result of incubation are planted in the pool for additional feeding

DOI

Канд. биол. наук

Д.А. Ефремов – научный сотрудник Лаборатория экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии ФИЦ КарНЦ РАН, инженер Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Д-р техн. наук, профессор

М.А. Скоробогатов – главный научный сотрудник кафедры Гидравлики, теплотехники и гидропривода Тверского государственного технического университета, научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Д-р биол. наук, профессор
А.Е. Веселов – лаборатория экологии рыб и водных беспозвоночных Институт биологии ФИЦ КарНЦ РАН

@ denisefremov@list.ru

TESTING OF THE NEST-INCUBATOR OF CHUM SALMON ROE (*ONCORHYNCHUS KETA* W.) IN SMALL RIVERS OF THE SAKHALIN REGION

Candidate of Biological Sciences **D.A. Efremov** – Researcher Laboratory of Ecology of Fish and Aquatic Invertebrates of the Institute of Biology of the Russian Academy of Sciences, Institute of Ecology and Evolution named after A.N. Severtsov of the Russian Academy of Sciences

Doctor of Technical Sciences, Professor **M.A. Skorobogatov** – Chief Researcher of the Department of Hydraulics, Heat Engineering and Hydraulic Drive of the Tver State Technical University, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences

Doctor of Biological Sciences, Professor **A.E. Veselov** – Laboratory of Ecology of Fish and Aquatic Invertebrates Institute of Biology of the FITC KarSC RAS

The result of an extra factory method of reproduction of a chum (*Oncorhynchus keta*) is presented. The method is tested in small tributaries river Mulka (bass. The Sea of Okhotsk, Strait of Tartary) and in Savushkin's river (bass. Sea of Okhotsk, Second Kuril passage). The original devices representing the flattened container in which in 6 tiers incubatory modules with flutes for caviar are placed are used. The nest allows to incubate during the winter the impregnated caviar of salmon species of fish and to receive the durable larvae which are independently settled in a threshold of the river or forcibly taken from devices in pools in the spring. The device has the increased capacity for the incubated caviar to 10000 berries of a chum on the device, the volume method of loading of caviar in the device is applied, time of equipment and installation of a nest to the river doesn't exceed 15 minutes. In general efficiency of hatching of larvae has made 96%. An exit of larvae has averaged 42,5%. At insignificant completion the device can be used for restoration of number of a chum and other salmon species of fish in the small rivers where factory reproduction is for various reasons unprofitable.

Ключевые слова:

лососевые виды рыб, искусственные гнезда-инкубаторы, многослойное-10000, кета, тихookeанские лососи, реки Сахалинской области

Keywords:

salmon fish species, artificial incubator nests, multilayer-10000, chum salmon, Pacific salmon, rivers of the Sakhalin region

Работы выполнены при финансовой поддержке компании ООО «Гранис» – накладные расходы по полевому этапу работ; госбюджетная тема № 0218-2019-0081 – проектно-конструкторские и лабораторные работы.

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране и за рубежом более века ведутся работы по созданию устройств и технологий, позволяющих инкубировать икру лососевых видов рыб в реках [23; 11; 3; 13; 15; 6; 16; 1; 2; 17; 7; 8]. Современные технические решения ограничены по вместимости, обычно не более 400 эмбрионов на устройство [12], что не позволяет решить современные задачи по восстановлению запасов лососевых видов рыб и доведению их численности до промысловых значений. В связи с этим нами было разработано искусственное гнездо-инкубатор икры лососевых видов рыб высокой вместимости – «Многослойное-10000», рассчитанное на инкубацию 10000 икринок горбуши и кеты (диаметр икры 8-9 мм) и до 35000 икринок кумжи и симы (диаметр икры 3-4 мм). В задачи данного исследования входили апробация и оценка работоспособности представленной разработки в естественных условиях рек с заложенной оплодотворенной икрой кеты (*Oncorhynchus keta*).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Испытания четырех образцов гнезд-инкубаторов «Многослойное-10000» проводили в двух реках. Одна из них река Малка (бассейн Охотского моря, Татарский пролив) – горно-равнинного типа, умеренно-холодноводный водоем, достаточно разветвленная, в среднем течении расположены две плотины малых гидроэлектростанций (ГЭС) (рис. 2). Впадает в Татарский пролив между Японским и Охотским морями (47°21'24" с.ш., 141°59'51" в.д.). В связи с неблагоприятными гидрологическими условиями в основном русле реки гнезда были установлены в двух малых притоках: ручьях Веселый и Бодрый, на расстоянии 950 и 1100 м от устья р. Малка соответственно. Вторая р. Савушкина (бассейн Охотского моря, второй Курильский пролив) – горно-равнинного типа, умеренно-холодноводный водоем, главное русло принимает несколько притоков разного порядка (рис. 2). Река протекает в горно-холмистой местности в Северо-Восточной части острова Парамушир. Ее исток происходит из горной (гора Зеленая, спящий вулкан) местности, впадает во Второй Курильский пролив между Охотским морем и Тихим океаном (50°43'33" с.ш., 156°09'02" в.д.).

В работе использовалось гнездо-инкубатор оригинальной конструкции «Многослойное-10000» (рис. 1) вместимостью 10000 ± 200 икринок кеты [4]. Устройство выполнено из пищевого пластика – полиэтилентерфталата (PET). Данный тип конструкций относится к группе необслуживаемых гнезд-инкубаторов, имеет автономность более шести месяцев. Гнездо-инкубатор включает корпус со сплошным дном, крышку с отверстиями для спуска воздуха, искусственный инкубационный субстрат в виде пластины с лунками для закладки в них икры, перфорированный выносной водозаборник-фильтр, установленный перед корпусом и связанный с ним гибкой трубкой.

В статье представлены результаты воспроизводства кеты (*Oncorhynchus keta W.*) вне заводским методом, испытаным в малых притоках реки Малка (бассейн Охотского моря, Татарский пролив) и в реке Савушкина (бассейн Охотского моря, Второй Курильский пролив). Применены оригинальные устройства, представляющие собой уплощенный контейнер, внутри которого в шесть ярусов размещены инкубационные модули с канавками для икры. Гнездо-инкубатор позволяет в течение зимы инкубировать оплодотворенную икру лососевых видов рыб и весной получать жизнестойких личинок, самостоятельно расселяющихся в пороге реки или принудительно извлекаемых из устройства для подрашивания в бассейнах. Устройство обладает повышенной емкостью для инкубируемой икры – до 10000 икринок кеты на устройство. Применен объемный метод загрузки икры в устройство, время снаряжения и установки гнезда в реку не превышает 15 минут. В целом эффективность выклева личинок – 96%. Выход личинок в среднем составляет 42,5%. При незначительной доработке устройство можно использовать для восстановления численности кеты и других лососевых видов рыб в небольших реках, где заводское воспроизводство по разным причинам невыгодно.

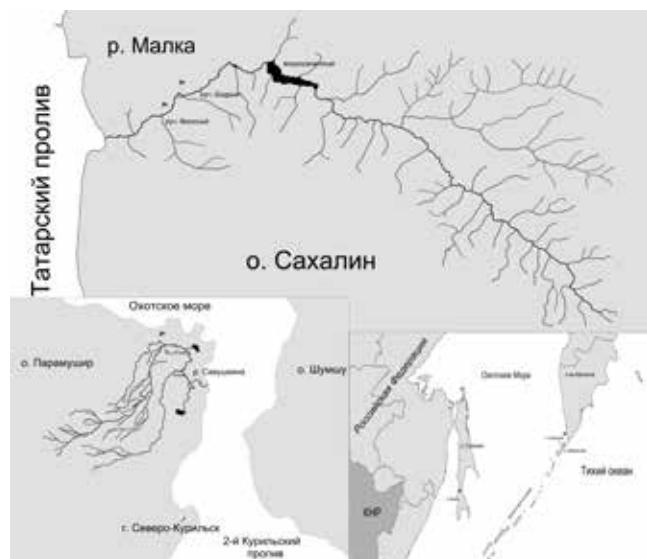


Рисунок 2. Место проведения эксперимента – бассейн Тихого океана, Сахалинская область, река Малка (о. Сахалин), река Савушкина (о. Парамушир). Флажками обозначены места установки гнезд-инкубаторов

Figure 2. The place of the experiment is the Pacific Ocean basin, Sakhalin Region, the Malka River (Sakhalin Island), the Savushkina River (Paramushir Island). The flags indicate the places where the incubator nests are installed

Устройства устанавливались на подготовленных участках двух ручьев и реки, их площадь – 1-2 м². В каждое устройство было заложено по 10000 оплодотворенных икринок кеты, всего – 40000. Икра для закладки в гнезда бралась на рыбоводном заводе, расположенном на р. Сова (ОАО ЛРЗ «Доримп» – место покупки посадочного материала) на

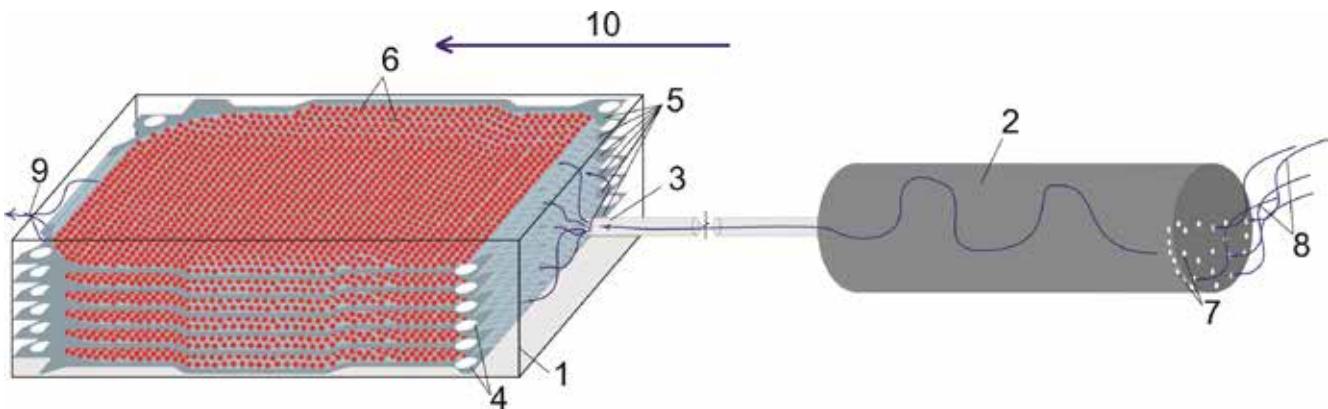


Рисунок 1. Схема многослойного гнезда-инкубатора икры: 1 – корпус; 2 – выносной водозабор-фильтр; 3 – гофрированный соединительный патрубок; 4 – крепежные отверстия субстрата; 5 – пластиковые лотки – субстрат; 6 – оплодотворенная икра; 7 – отверстия водозаборника; 8 – направление потока; 9 – излив воды из корпуса устройства; 10 – направление течения реки

Figure 1. Diagram of a multi-layer nest-incubator of caviar: 1-housing; 2-external water intake-filter; 3-corrugated connecting pipe; 4-mounting holes of the substrate; 5 - plastic trays-substrate; 6-fertilized caviar; 7-water intake holes; 8-flow direction; 9-outflow of water from the device body; 10-direction of the river flow

стадии «глазок» 360 градусовней. На данной стадии эмбрионы не чувствительны к встряске, их можно транспортировать к реке. Работы по установке гнезд-инкубаторов в реку осуществлялись в ноябре. В гнезде применен объемный способ загрузки икры, что значительно сокращает время снаряжения устройства по сравнению с аналогами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Работы по снятию устройств на р. Малка проведены в конце апреля, на р. Савушкина – в начале мая. Температурный режим на протяжении всего периода инкубации в ручьях р. Малка был не стабильным – с начала ноября до начала апреля колебался в диапазоне 1,0-4,0°C. В то же время падения ниже 1°C наблюдались лишь дважды на один день. Вероятно, ручей имеет родниковое питание, что обеспечивает относительно высокую температуру воды на протяжении зимы. По расчетным данным, выклев предличинок продолжался с 27 декабря по 7 января. Далее, до момента поднятия, в гнездах находились предличинки и личинки. При вскрытии заиление в устройствах было незначительным, снаружи устройства занесены гравием и песком. Проточность на входе в основной корпус устройства для гнезда №1 составила 0,12 л/с, что соответствует необходимой минимальной расчетной проточности, которая составляет 0,1 л/с. Для гнезда №2 этот показатель – 0,31 л/с, что превышает минимальное значение в 3 раза. Температурный режим в р. Савушкина отличался незначительно. После осеннего снижения температуры с 5 до 3°C с начала ноября до начала апреля показатель колебался в диапазоне 0,5-4,0°C. В то же время падения ниже 0,5°C не наблюдалось. По расчетным данным, выклев предличинок продолжался с 24 ноября по 06 мая. Далее в гнездах-инкубаторах находились предличинки и личинки. При вскрытии гнезд №3 и №4 из р. Савушкина заиление было незначительным, они были занесены гравием. По берегам лежал нерастаявший снег – до 2,5 м. Гнездо №4 было занесено сне-

гом глубиной более 2,5 м, его пришлось откапывать. Было установлено, что корпуса гнезд №3 и №4 имели следы повреждения в результате сдавливания спрессованным снегом глубиной более 2,5 м, водозаборники-фильтры сохранили свою целостность и работоспособность. Живые личинки находились внутри устройств, часть из них погибла. Результаты инкубации и выхода личинок кеты приведены в таблице 1.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ эффективности устройств показал, что во всех гнездах-инкубаторах основная доля отхода пришлась на личинок (остаток желтка 20-30% от массы тела). По-видимому, их гибель произошла за 0,5-1 мес. до вскрытия гнезд в апреле. Наблюдаемая гибель личинок старшего возраста указывает на резко ухудшившиеся условия содержания в период межени (март-апрель). Основная гибель произошла в результате недостатка проточности внутри устройств, которая могла быть вызвана снижением уровня воды в ручьях. В некоторых модулях устройства наблюдался повышенный отход личинок – до 100% от заложенной икры, эти модули располагались в нижней части основного корпуса устройства, выходные отверстия были закрыты илом и песком. Из 40000 заложенных икринок были получены и выпущены на нагул 17070 личинок кеты, общий выход малька составил 42,8%. В период с 20 ноября по 18 января в процессе инкубации вылупились 96% икринок – 38400 предличинок. С задачей по инкубации икры все устройства справились на отлично. Далее в процессе выдерживания предличинок отход был незначителен – менее 10%. Основной отход пришелся на личинок в период март-апрель. Тогда в водоемах снизился уровень воды, он стал недостаточным для снабжения кислородом развивающихся личинок, собранных в ограниченном пространстве. Общая эффективность выхода жизнеспособных мальков кеты составила 42,8%, что выше естественного показателя, но ниже менее емких устройств

типа «Шайба» [2]. Следует отметить, что в условиях полноводной реки для двух устройств этот показатель был выше и составил 61%. Негативную роль сыграл критический уровень снега – более 2,5 м, вызвавший сдавливание устройств и снижение уровня воды в реке в зимнюю межень. В результате проведенного эксперимента в р. Савушкина были выпущены 12194 малька кеты, в р. Малка – 4876 мальков, что будет способствовать восстановлению популяции этого вида рыб в данных реках.



Фото 1. Закладка икры в инкубатор
Photo 1. Laying eggs in the incubator

В ходе эксперимента был установлен ряд недостатков гнезд-инкубаторов «Многослойное-10000». Основной корпус имеет недостаточную прочность, при попытках поднять его из потока воды основной корпус ломался, трещины расходились от выпускного отверстия. В то же время при высоком уровне снежного покрова, выше 2,5 м, корпусы не выдержали и были продавлены, на них появились небольшие трещины. Одной из причин гибели личинок в устройстве стала схема организации распределения воды внутри основного корпуса. После попадания воды из соединительного патрубка (рис. 1) в основной корпус устройства она наполняет распределительную камеру, из которой поступает к отверстиям в модулях, произвольно распределяясь по слоям субстрата. Такая схема подачи воды может быть оправдана в случае стабильного уровня воды в водоеме, при падении уровня воды большая ее часть будет поступать только в несколько модулей, что приведет к гибели эмбрионов и личинок в тех модулях, в которых отсутствует проточность. Также нарушению распределения воды по модулям может способствовать перекрывание или закупоривание выходных отверстий отдельных модулей. В нашем случае, в гнезда №1 и №2 наблюдалось закупоривание песком и илом выходных отверстий в основном корпусе на 5-8 см от дна. Это соответствует высоте расположения выходных отверстий модулей с первого по третий, в которых и наблюдался повышенный отход личинок. В случае достаточной проточности поток воды, выходящий из нижележащих модулей, не позволит скапливаться илу. В дальнейшем следует укрепить основной корпус устройства, использовать для его изготовления более прочные материалы, применить дополнительный элемент, который позволит равномерно распределять поток воды от соединительного патрубка по инкубационным модулям. Положительную роль в разработке сыграл примененный водозаборник-фильтр оригинальной конструкции, использующий частично русловую, частично – подрусловую воду. После шести месяцев эксплуатации все четыре автономных водозаборника сохранили работоспособность, они продолжали функционировать и обеспечивали необходимый уровень подачи воды в основной корпус гнезда-инкубатора. Следует отметить, что при установке гнезда №2 в ручье Бодрый (р. Малка) водозаборник находился на высоте более 1,2 м от основного корпуса. Это обеспечило проточность на входе в устройство

Таблица 1. Результаты инкубации икры и выдерживания предличинок кеты в ручьях реки Малка и в реке Савушкина / **Table 1.** Results of incubation of caviar and keeping of pre-larvae of chum salmon in the streams of the Malka River and in the Savushkina River

| Номер гнезда | Заложенная икра, шт. | Отход, шт. | | | Живые личинки, шт. | Эффективность, % | | |
|--------------|----------------------|-------------|--------------|---------------|--------------------|------------------|--------------|-------------|
| | | икринок | пред-личинок | личинок | | выклев | пред-личинка | личинка |
| 1 | 10 000 | 144 | 275 | 5026 | 4555 | 98,6 | 96,0 | 45,5 |
| 2 | 10 000 | 972 | 1143 | 7564 | 321 | 91,3 | 79,9 | 3,2 |
| 3 | 10 000 | 371 | 286 | 3962 | 5381 | 96,3 | 93,4 | 53,8 |
| 4 | 10 000 | 139 | 172 | 2876 | 6813 | 98,6 | 96,9 | 68,1 |
| Всего | 40 000 | 1626 | 1876 | 19 428 | 17 070 | 96,0 | 91,3 | 42,8 |

значительно выше расчетной, в результате внутри устройства наблюдался повышенный уровень заилиения. При установке устройств данного типа не следует превышать показатель перепада высот между основным корпусом и водозаборником – 0,75 м. Водозаборник-фильтр показал высокую механическую устойчивость к вертикальной нагрузке, после снятия с участков, занесенных снегом более чем на 2,5 м, водозаборники остались целыми и не имели следов повреждений. Устройство внутри содержало незначительное количество песка, после промывки возможно их дальнейшее использование.

Гофрированный шланг диаметром 32 мм, примененный в разработке в качестве соединительного патрубка, оказался достаточного диаметра, обеспечив необходимую проточность внутри устройств. В условиях порожистых рек необходимую проточность внутри гнезд можно обеспечить при длине соединительного патрубка не менее шести метров, при перепаде высоты не менее 0,4 м. В случае если перепад высот значительный эту длину необходимо уменьшить для обеспечения перепада высот между основным корпусом и водозаборником не более 0,75 м. Вместе с тем, гофрированный шланг оказался недостаточно прочным, при снятии его с места установки два патрубка были сломаны. В дальнейшей работе следует применять гофрированный шланг большей прочности из более качественных материалов.

Способ установки прототипа гнезда-инкубатора икры повышенной вместимости, примененный нами, оказался высокоэффективным. Основную часть времени заняла подготовка участка к установке гнезд, а именно – выравнивание площадки на дне водоемов, ручьев Бодрый и Веселый. Этот этап установки во всех случаях занял не более 30 минут на устройство, в него также были включены закапывание водозаборника-фильтра и укладка соединительного патрубка. Следует располагать его на дне, прикалывая мелкими валунами и галькой, чтобы не допустить обсыхания в условиях зимней межени или же случайного повреждения при проходе по руслу реки человека или дикого зверя. После постановки основного корпуса с икрой в реку, валуны и галька были использованы для фиксации устройства на дне, а также для обеспечения его незаметности в русле реки.

ВЫВОДЫ

Таким образом, впервые разработано универсальное устройство для инкубации икры лососевых видов рыб в естественных условиях, высокой вместимостью от 10000 ± 200 до 34700 ± 600 икринок, достигнута проточность на входе в основной корпус гнезда-инкубатора на уровне 0,1-0,5 л/с. Вес устройства составил 18,5 кг. Время снаряжения и установки разработки в реку не превышает 15 минут. Достигнута эффективность инкубации икры кеты до 96,0%, эффективность выхода личинок в среднем составляет 42,5%. Автономность устройства и всех его компонентов – свыше 6 месяцев. Гнездо устойчиво к снежному покрову более 2,5 метров и к значительным паводкам со скоростью течения до 2,0 м/с. Разработанное устройство показало высокую эффективность инкубации икры

в неблагоприятных по гидрологическим условиям водотоках. В дальнейшем следует доработать гнездо-инкубатор, укрепить ряд компонентов, сохранив основные принципы и схемы работы. В целом проведенные работы прошли успешно. Был разработан прототип, отработана технология его установки для получения мальков кеты в естественных условиях рек Сахалинской области. В настоящее время на устройство получен патент на полезную модель RU 159183 U1, проведена модернизация устройства с учётом выявленных недостатков. В производство запущена улучшенная модификация.

Выражаем благодарности за организацию и действие в полевом этапе работ директору ООО «Гранис» Шакуну Павлу Геннадьевичу, директору компании ООО «Нерест-2008» Мадудину Александру



Фото 2. Инкубатор с заложенной икрой

Photo 2. Incubator with laid eggs



Фото 3. Установка инкубатора

Photo 3. Incubator installation



Фото 5. Открытие крышки инкубатора при снятии весной

Photo 5. Opening the incubator lid when removing it in the spring

Ивановичу и сотруднице СахГУ Фёдоровой Людмиле Константиновне, Анисимовой Марии Олеговне – за работу по подготовке статьи к публикации.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Веселов А.Е. Искусственная инкубация икры атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в естественных условиях / А.Е. Веселов, Л.В. Аликов, М.А. Скоробогатов и др. // Труды КарНЦ РАН. Серия Экология. Экспериментальная генетика и физиология. Выпуск 11. Петрозаводск, 2007. – С. 14-19.
1. Veselov A.E. Artificial incubation of Atlantic salmon caviar (*Salmo salar* L.) in natural conditions / A.E. Veselov, L.V. Alikov, M.A. Skorobogatov et al. // Proceedings of the KarSC RAS. Ecology series. Experimental genetics and physiology. Issue 11. Petrozavodsk, 2007. – Pp. 14-19.
2. Веселов А.Е. Опыт искусственной инкубации икры атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в р. Суне (бассейн Онежского озера) / А.Е. Веселов, Д.С. Павлов, М.А. Скоробогатов и др. // Труды КарНЦ РАН. Серия «Экспериментальная биология». Выпуск 3. Петрозаводск, 2011. – С.28-38.
2. Veselov A.E. Experience of artificial incubation of Atlantic salmon caviar (*Salmo salar* L.) in the Sun River (Onega Lake basin) / A.E. Veselov, D.S. Pavlov, M.A. Skorobogatov etc. // Proceedings of the KarSC RAS. The series "Experimental Biology". Issue 3. Petrozavodsk, 2011. – Pp. 28-38.
3. Гринюк И.Н. Выход личинок из нерестовых бугров и распределение сеголеток семги в русле реки // В кн.: Симпоз. По естеств. и искусств. воспроизводству атлант. Лосося и его промыслу, Тез. Докл. Мурманск, 1971. – С. 47-49
3. Grinyuk I.N. The exit of larvae from spawning mounds and the distribution of salmon fingerlings in the riverbed // In the book: Symposium. By nature, and the arts. Reproduction of Atlant. Salmon and its fishery, Tez. Docl. Murmansk, 1971. – Pp. 47-49
4. Ефремов Д.А., Веселов А.Е., Скоробогатов М.А. Гнездо-инкубатор икры лососевых рыб в естественных условиях. Патент на полезную модель №159183. Заявка №2015142246 от 06 октября 2015 г., 2016. – 3 с.
4. Efremov D.A., Veselov A.E., Skorobogatov M.A. Nest-incubator of salmon fish caviar in natural conditions. Utility model patent No. 159183. Application No. 2015142246 dated October 06, 2015, 2016 – 3 с.
5. Кузнецов И.И. Значение промысла лососевых Дальнего Востока и искусственное рыбопроизводство как одно из главных средств для охранения рыбных запасов // Сб. статей: Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока. Владивосток: Издание НаучПромбюро Дальрыбохозы, 1923. – С. 134-214.
5. Kuznetsov I.I. The importance of salmon fishing in the Far East and artificial fish breeding as one of the main means for protecting fish stocks // Collection of articles: Fish and fur riches of the Far East. Vladivostok: Edition of the Scientific Bureau of Dalrybokhoty, 1923. – Pp. 134-214.
6. Лупандин А.И. Искусственное воспроизведение атлантического лосося (*Salmo salar*) в естественных условиях / А.И. Лупандин, Д.С. Павлов, А.Е. Веселов и др. // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. М: КМК, 2005. – С. 434-445.
6. Lupandin A.I. Artificial reproduction of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in natural conditions / A.I. Lupandin, D.S. Pavlov, A.E. Veselov et al. // Fundamental principles of biological resources management. Moscow: KMK, 2005. – Pp. 434-445.
7. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Веселов А.Е. и др. Устройство для инкубации икры в естественных условиях. Патент на полезную модель №83687. Заявка №2008144253 от 20 июня 2009 г., 2009. – 4 с.
7. Pavlov D.S., Skorobogatov M.A., Veselov A.E., etc. A device for incubating caviar in natural conditions. Utility model patent No. 83687. Application No. 2008144253 dated June 20, 2009, 2009. – 4 p.
8. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А., Веселов А.Е. и др. Устройство для инкубации икры в естественных условиях // Патент на полезную модель №99688. Бюл. №33 от 2010, 2010a. 4 с.
8. Pavlov D.S., Skorobogatov M.A., Veselov A.E. etc. Device for incubation of caviar in natural conditions // Patent for utility model No. 99688. Byul. No. 33 of 2010, 2010a. – 4 p.
9. Павлов Д.С., Веселов А.Е., Скоробогатов М.А. и др. Патент RU 147950. Полезная модель «Устройство для инкубации икры лососевых рыб в реках». Опубликовано 20.11.2014. Бюл. №32. – 4c.
9. Pavlov D.S., Veselov A.E., Skorobogatov M.A. etc. Patent RU 147950. Utility model "Device for incubating salmon roe in rivers". Published on 20.11.2014. Byul. No. 32 – 4p.
10. Смирнов Ю.А. Пресноводный лосось (экология, воспроизведение, использование). Л., изд. Наука, 1979. – 156с.
10. Smirnov Yu.A. Freshwater salmon (ecology, reproduction, use). L., ed. Nauka, 1979 – 156p.
11. Тихий М.И. О разведении лососевых в грунте // Известия отдела прикладной ихтиологии и научно-промышленных исследований. – Т. III, вып. 2. – 1925. – С. 125-133.
11. Tikhij M.I. On salmon breeding in the ground // Izvestiya of the Department of Applied Ichthyology and Scientific and commercial research. – Vol. III, issue 2. – 1925. – Pp. 125-133.
12. Федорова Л.К., Веселов А.Е., Ефремов Д.А. и др. 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. научно-практической конф. (14-17 октября 2014). Ю.- Сахалинск, изд-во СахГУ, 2015. –С.90-96.
12. Fedorova L.K., Veselov A.E., Efremov D.A. etc. Off-farm method of population restoration as an approach to the conservation of biological diversity of Pacific salmon // Modern problems of studying the biodiversity of plant and animal communities and ways to preserve them. Collection of materials of the international scientific and practical conference (October 14-17, 2014). Yu. - Sakhalinsk, ed.- vo Sakhgu, 2015. – Pp. 90-96.
13. Bams R.A. Comparison of Three Instream Incubation Techniques for Coho Salmon // North American Journal of Fisheries Management, № 5, 1985. – Pp. 159-172.
14. Brenner T., Schneider J. Der lachs kehrt zurück // Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland – Pfalz, 2005. – 63p.
15. Donaghay M.J., Verspoor E.A New design of instream incubator for planting out and monitoring Atlantic salmon eggs // North American Journal of Fisheries Management, v.20, 2000. Pp.521-527. doi:10.1577/1548-8675(2000)020<0521:ANDOI>2.3.CO;2
16. Dumas J., Marty S. A new method to evaluate egg-to-fry survival in salmonids, trials with Atlantic salmon // Journal of Fish Biology, v.68, 2006. –Pp. 284-304. doi:10.1111/j.1095-8649.2005.00907.x
17. Pander J., Schnell J., Sternecker K. et al. The «egg sandwich» a method for linking spatially resolved salmonid hatching rates with habitat variables in stream ecosystems // Journal of Fish Biology, v.74, 2009. – P. 683-690. doi:10.1111/j.1095-8649.2008.02145.x
18. 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. №66. 2009. – P.2157-2173. doi:10.1139/F09-146