

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ «КОНСЕРВАЦИОННОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ» ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОПУЛЯЦИИ БЕЛОГО ОСЕТРА *ACIPENSER TRANSMONTANUS* РЕКИ КУТЕНАЙ (СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА)

И.В. Тренклер *

ООО «Осетр», Санкт-Петербург, Россия

CONSERVATION AQUACULTURE: LAND-LOCKED POPULATION OF KOOTENAI WHITE STURGEON *ACIPENSER TRANSMONTANUS* (NORTH AMERICA)

I.V. Trenkler («Osetr» LLC, Saint-Petersburg, Russia)

Резюме. Основные цели «консервационной аквакультуры» - защита, восстановление и приумножение редких и исчезающих видов или отдельных популяций рыб. Заводское воспроизводство эффективное средство для сохранения диких популяций, но может использоваться только в крайних случаях, когда популяция находится на грани вымирания. Рассмотрены методы «Консервационной аквакультуры» США на примере изолированной популяции белого осетра *Acipenser transmontanus* р. Кутенай, потерявшей возможности естественного пополнения. Главные особенности заводского воспроизводства в рамках «консервационной аквакультуры»: 1) сохранение генетического разнообразия, 2) устранение непреднамеренного искусственного отбора и доместикиции, 3) мечение выпускаемых ювенильных особей и контроль их выживаемости в природных условиях.

Abstract. The main objectives of “conservation aquaculture” are the protection, restoration and multiplication of rare and endangered species or individual fish populations. Hatchery reproduction is an effective means of preserving wild populations, but can only be used in extreme cases when the population is on the verge of extinction. The US “Conservation Aquaculture” methods are considered using the example of an isolated white sturgeon population *Acipenser transmontanus* Kootenai river, who lost the possibility of natural replenishment. The main features of plant reproduction in the framework of “conservation aquaculture” are: 1) preservation of genetic diversity, 2) elimination of unintentional artificial selection and domestication, 3) tagging of juvenile individuals released and control of their survival in natural conditions.

Ключевые слова: редкие и исчезающие виды рыб, заводское рыбководство, изолированная популяция, белый осетр, *Acipenser transmontanus*, река Кутенай.

Keywords: rare and endangered fish species, hatchery fish breeding, isolated population, white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, Kootenai river.

*Тренклер Игорь Владимирович, канд. биол. наук, ООО «Осетр», Россия, Санкт-Петербург, e-mail: trenkler@list.ru

Received: 20 December 2018;

Accepted: 27 March 2019;

Published: 10 April 2019.

Основная цель «консервационной аквакультуры» - сохранение редких и исчезающих видов рыб (Trenkler, 2016). Совместный рыбководный проект США и Канады по сохранению туводной популяции белого осетра *Acipenser transmontanus* р. Кутенай дает возможность показать основные особенности северо-американской «консервационной аквакультуры» осетровых рыб.

Белый осетр р. Кутенай представляет наиболее важную из 4 туводных популяций этого вида, внесенных отдельными строчками в Красную Книгу Международного Союза охраны природы (МСОП - *IUCN*) (Duke *et al.*, 2004) и Красную Книгу Канады (*SARA*)¹ в качестве «обособленных популяционных единиц» (р. Кутенай, р. Нечако, верховий р. Колумбии и верховий р. Фразер) под категориями **“Endangered”** (в опасности исчезновения). Кроме того, белый осетр р. Кутенай включен в качестве «обособленного популяционного сегмента» в Федеральный список редких и исчезающих видов США (*ESA*), также с категорией **«Endangered»** (Anders *et al.*, 2006). Всего в Северной Америке 18 изолированных популяций белого осетра, хотя самостоятельные таксономические статусы имеют только 4 из них (перечисленные выше)^{2 3 4}

Отделение стада белого осетра р. Кутенай от основной популяции р. Колумбия произошло 10-15 тыс. лет назад при возникновении Боннингтонских водопадов (*Bonnington falls*)⁵ (Anders *et al.*, 2006). Долговременная изоляция привела к появлению биологических отличий туводных осетров от анадромной формы. Туводные самки быстрее достигают половой зрелости - в возрасте 22 лет (против 27 лет у анадромной формы). Самцы в обоих случаях созревают в возрасте 16 лет. Нерест в р. Кутенай проходит при температуре воды от 7 до 17⁰С, тогда как в основном течении р. Колумбия нерестовые температуры более высокие - от 10 до 21⁰С, обычно от 12 до 19⁰С (конец апреля-начало июля). В более северной р. Фразер проходные осетры нерестятся при температуре от 11,3 до 18,4⁰С⁶ (McCabe & Tracy, 1994; Parsley & Kofoot, 2013).

Туводные осетры относительно мелкие, до 200 фунтов (90 кг), тогда как рекордный вес анадромного белого осетра, пойманного в 1898 г. в реке Снейк (*Snake River*), шт. Айдахо, составлял 1503 фунта (682 кг) (Wright *et al.*, 2015). Первая дамба на р. Кутенай была построена в 1897 г. выше нижнего Боннингтонского водопада. Три других дамбы – Верхний Боннингтон (*Upper Bonnington*), Южный Слокан (*South Slocan*), и Корра Линн (*Corra Linn*), построенные в 1907 г., 1928 г. и 1932 г., соответственно, изолировали оз. Слокан. В 1944 г. на пути миграции осетров между реками Колумбия и Кутенай была построена Бриллиантовая плотина (*Brilliant Dam*). В 1968 г. плотина *Hugh L. Keenleyside (HLK) Dam*, еще более усилила фрагментацию популяции, отделив от нижнего течения р. Колумбии озеро (водохранилище) *Appoy* (рис. 1). От верхнего течения р. Колумбия это озеро отделено плотиной *Revelstoke Dam*^{7 8}. Выше

¹ Species Listing Process Under SARA, 2018. http://www.sararegistry.gc.ca/species/schedules_e.cfm?id=1

² Federal Register. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Critical Habitat Revised Designation for the Kootenai River Population of the White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Vol. 73, No. 174 / Monday, September 8, 2008/ Proposed Rules. http://www.biologicaldiversity.org/species/fish/Kootenai_River_white_sturgeon/pdfs/critical-habitat-2008.pdf

³ NOAA Fisheries. 2015. <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/esa/listed.htm#fish>

⁴ <https://ecos.fws.gov/ecp0/profile/speciesProfile?sId=8241>

⁵ http://earthwave.org/sturgeon/white_sturgeon

⁶ COSEWIC assessment and update status report on the white sturgeon *Acipenser transmontanus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 2003. Ottawa. vii + 51 pp. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/327340.pdf>

⁷ R.L. & L. Environmental Services Ltd. 1998a. White sturgeon investigations in Arrow Reservoir, B.C. Report prepared for B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. R.L. & L. Report No. 634F: 27 p. + 4 app. http://www.elp.gov.bc.ca/wld/fishhabitats/pdf/Arrow_1998.pdf

⁸ R.L. & L. Environmental Services Ltd. 1998b. White sturgeon investigations in the Columbia River, B.C., 1997-1998 study results. Report prepared for B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. R.L. & L. Report No. 611F: 17 p. + 5 app. http://www.elp.gov.bc.ca/wld/fishhabitats/pdf/Columbia_1997-1998.pdf

плотины **HLK** (в оз. **Arroyo**) сохранились единичные белые осетры, выше плотины **Revelstoke** осетров нет⁹.

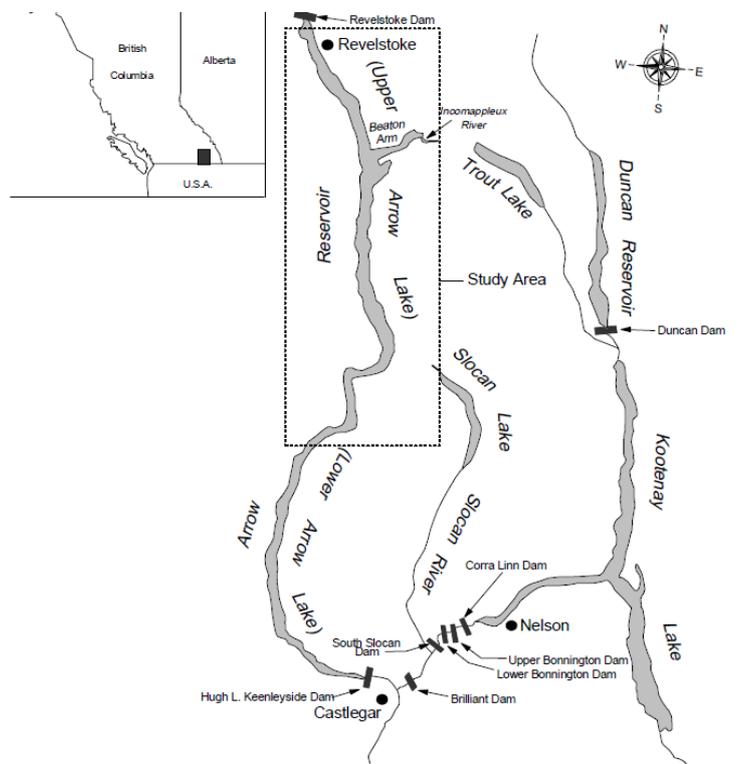


Рис. 1. Исторический ареал туводной популяции белого осетра р. Кутенай и основные плотины, вызвавшие фрагментацию ее на отдельные субпопуляции.

Большой вред популяции нанесла верховая плотина Либби (**Libby Dam**), построенная в 1974 г., поскольку она сократила весенний сток на 50%, увеличив зимний сток на 300% (Duke *et al.*, 2004). Общая протяженность русла, ограниченного плотинами **Corra Linn Dam**, **Duncan** и **Libby** (рис. 2), составляет 270 км¹⁰ (Anders *et al.*, 2006). Каждый современный фрагмент туводной популяции белого осетра (оз. **Arroyo**, оз. Слокан, Кутенай-Дункан) находится под контролем государственных организаций Канады, или Канады и США (в последнем случае), занимающихся сохранением и восстановлением дикой природы¹¹.

⁹ COSEWIC assessment and update status report on the white sturgeon *Acipenser transmontanus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 2003. Ottawa. vii + 51 pp. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/327340.pdf>

¹⁰ Libby Dam Spill Experiment to aid white sturgeon ends; data shows no spawning changes. The Columbia Basin/ Fish and Wildlife News Bull. 7.12.2012. <http://www.cbulletin.com/424095.aspx>

¹¹ Federal Register. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Critical Habitat Revised Designation for the Kootenai River Population of the White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Vol. 73, No. 174 / Monday, September 8, 2008/ Proposed Rules. http://www.biologicaldiversity.org/species/fish/Kootenai_River_white_sturgeon/pdfs/critical-habitat-2008.pdf

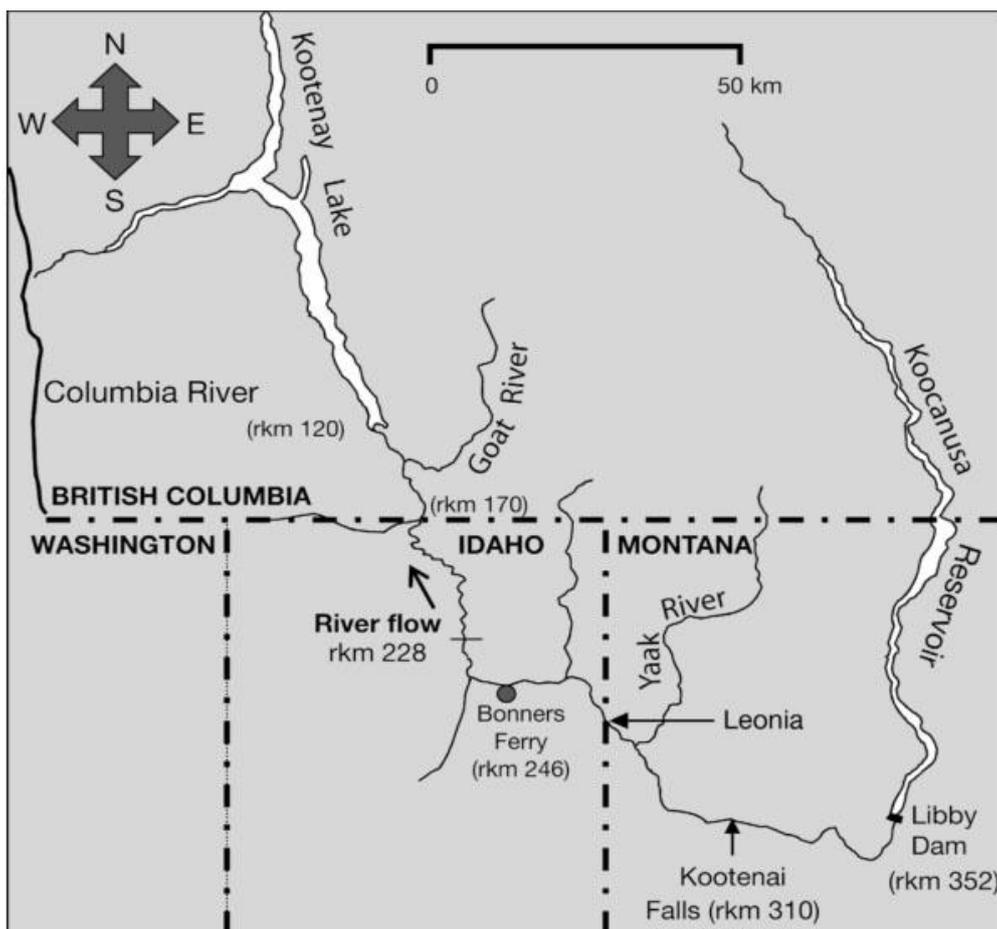


Рис. 2. Современный ареал основного фрагмента популяции белого осетра р. Кутенай. Боннерс Ферри – месторасположение рыболовного завода - *Kootenai Tribal Sturgeon Hatchery* (Paragamian, 2012).

Первые два фрагмента сохранили минимальные возможности для естественного воспроизводства, что было подтверждено установкой нерестовых матов^{12 13 14}. Для поддержания субпопуляции оз. *Arrow* в последние годы применялся сбор отложенной икры с выращиванием и последующим выпуском молоди. В 2014 г. было собрано 5 тыс. икринок, из которых выращена молодь в рыболовном хозяйстве около г. Ванета (*Waneta*)¹⁵. В оз. Слокан нерест с начала 2000-х годов уже не наблюдался, отсутствовало и пополнение, что связано с крайне низкой численностью оставшейся субпопуляции (в 21 веке были выловлены только 2 экз. производителей) и весьма ограниченной площадью нерестилищ в единственном притоке, где возможен естественный нерест – в р.

¹² R.L. & L. Environmental Services Ltd. The status of white sturgeon in Slocan Lake, B.C., 1996 study results. Report prepared for B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. R.L. & L. Report No. SL-515F. 1997. 12 p. + 2 app. http://www.elp.gov.bc.ca/wld/fishhabitats/pdf/Slocan_1996.pdf

¹³ R.L. & L. Environmental Services Ltd. 1998a. White sturgeon investigations in Arrow Reservoir, B.C. Report prepared for B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. R.L. & L. Report No. 634F: 27 p. + 4 app. http://www.elp.gov.bc.ca/wld/fishhabitats/pdf/Arrow_1998.pdf

¹⁴ R.L. & L. Environmental Services Ltd. 1998b. White sturgeon investigations in the Columbia River, B.C., 1997-1998 study results. Report prepared for B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks. R.L. & L. Report No. 611F: 17 p. + 5 app. http://www.elp.gov.bc.ca/wld/fishhabitats/pdf/Columbia_1997-1998.pdf

¹⁵ <http://flyfishingclub.org/wp/wp-content/uploads/Columbia-WUP-Newsletter.pdf>

Слокан. Отличительной особенностью белых осетров из оз. Слокан является темно-коричневый, почти черный цвет тела¹⁶.

Последний, основной фрагмент (рис. 2) уникален тем, что естественное пополнение прекратилось в 1974 г, а возможно, и с 1960 г, но общая численность стада белого осетра сохраняется относительно высокой за счет низкой смертности крупных особей¹⁷ (Lepla, 2015; Paragamian, 2012).

При естественном размножении белого осетра р. Кутенай основная смертность приходится на период инкубации икры вследствие высокого содержания глины и песка в районах нерестилищ^{18 19} (Paragamian, 2012). К факторам риска необходимо добавить высокую степень загрязнения воды и заражение диких рыб иридовирусом, передающимся потомству (Drennan *et al.*, 2006).

Научно-исследовательские работы с белым осетром на р. Кутенай начались в 1988 г. с изучения жизнеспособности гамет. Основной инициатор Программы восстановления белого осетра р. Кутенай - *Kootenai Tribe of Idaho (KTOI)* (администрация индейской резервации народности Кутенай), штат Айдахо. Главное рыболовное хозяйство Проекта *Kootenai Tribal Sturgeon Hatchery (KT)* было построено в 1990 г. в Боннерс Ферри - административном центре резервации. В этом же году произведен первый выпуск молоди¹⁸. Основная цель Программы - предотвратить снижение численности стада белого осетра ниже критического значения, за которым последует «функциональное вымирание», и нанести при этом минимальный вред популяции.

Диких производителей начинают заготавливать с февраля по июнь (время нереста - май-июнь). От длительного выдерживания самок на ранних стадиях вителлогенеза отказались во избежание нарушений развития икры. Начиная с середины 1990-х годов самцов отлавливают непосредственно перед получением зрелой икры и сразу же инъецируют аналогом ЛГ-РГ - D-Ala⁶-des-Gly-LHRH-этиламидом (известным в России и странах СНГ под коммерческим названием «сурфагон») (Kelton, 2017). Полученную в полевых условиях сперму хранят в течение нескольких дней в холодильнике. В июле всех использованных рыб выпускают в природные условия.

До середины 90-х гг. работы носили чисто экспериментальный характер. Масштабы работ стали существенно увеличиваться с 1997 г., а выпуск молоди - с 2000 г. (генерация 1999 г.), поскольку выживаемость икры и личинок в заводских условиях в 1997-1998 гг. была невысокой – 28-30%. Объемы ежегодных выпусков молоди приведены на рис. 3.

¹⁶ Slocan Lake Foreshore Fish and Wildlife Habitat Assessment, FIM & AHI. Appendix B: Segment, Creek & Wetland Assesments. 2013, p. 92-140.

¹⁷ Federal Register. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Critical Habitat Revised Designation for the Kootenai River Population of the White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Vol. 73, No. 174 / Monday, September 8, 2008/ Proposed Rules.

http://www.biologicaldiversity.org/species/fish/Kootenai_River_white_sturgeon/pdfs/critical-habitat-2008.pdf

¹⁸ COSEWIC assessment and update status report on the white sturgeon *Acipenser transmontanus* in Canada.

Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. 2003. Ottawa. vii + 51 pp. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/327340.pdf>

¹⁹ KTOI (Kootenai Tribe of Idaho). Technical Basis for the Kootenai Sturgeon Conservation Aquaculture Program. Prepared for the Kootenai Tribe of Idaho by R. Beamesderfer, P. Anders, and S. Young. Appendix A In: Kootenai River Native Fish Conservation Aquaculture Program Step 2 Submittal, Prepared by the Kootenai Tribe of Idaho for the Northwest Power and Conservation Council and Bonneville Power Administration. August 2012a. 95 pp. <http://www.restoringthekootenai.org/resources/Step-2-AquaCulture-Doc/Appendix-A.pdf>

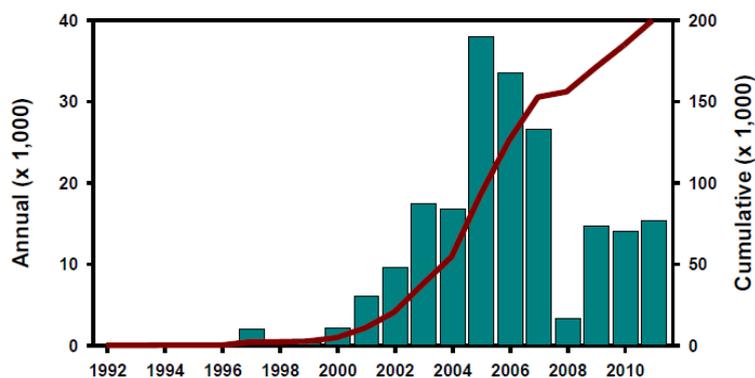


Рис. 3. Ежегодные выпуски молоди белого осетра в реку и озеро Кутенай (столбики) и общее количество выпущенной молоди (кривая) в тыс. экз.²⁰

С 1999 г. в разведении белого осетра стало участвовать переоборудованное канадское рыболовное хозяйство *Kootenay Trout and Sturgeon Hatchery* (первоначально - *Kootenay Trout Hatchery*) в верховьях проточного озера Куануза (Коосануса) около г. Ваднер (*Wardner*). Проект финансировался Министерством окружающей среды провинции Британская Колумбия (*British Columbia Ministry of Environment, BCME*) (Gingerich, 2013). Работы по «экспорту» посадочного материала и «ре-экспорту» крупной молоди согласовывались с СИТЕС²¹.

С 1990 по 2011 г. было выловлено 96 самок и 195 самцов белого осетра, среднее количество использованных производителей (только от естественного нереста) - 6,5 экз. в 1995-1998 гг., 14,8 экз. в 1999-2004 гг. и 24,2 экз., начиная с 2005 г. Количество диких взрослых рыб в популяции - около 1000 экз. (Beamesderfer *et al.*, 2012). В 2016 г. было поймано 13 самок и 34 самца, от которых было получено и выпущено в реку и озеро Кутенай в 2017 г. 7 тыс. годовиков. Предполагается, что после 2020 г. количество диких рыб будет сокращаться, но уже в середине 2020-х годов начнут созревать производители заводского происхождения. К 2030 г. самые «молодые» дикие рыбы будут иметь возраст не менее 70-80 лет, а их количество снизится до 50^{22 23}.

В настоящее время средняя численность заводских рыб в водоеме, держится на одном и том же уровне, начиная с 2005 г., и составляет около 20 тыс. экз. (рис. 4), поэтому объемы выпусков должны точно рассчитываться. Ожидается, что при уменьшении числа старых рыб возрастет количество молодых. Программа восстановления популяции р. Кутенай ставит своей целью достичь в перспективе численности половозрелых взрослых особей 8-10 тыс. экз., *subadults* - 22 тыс. экз. и ювенильных рыб - до 35 тыс.¹⁹.

²⁰ <http://www.restoringthekootenai.org/resources/Step-2-AquaCulture-Doc/Appendix-A.pdf>

²¹ СИТЕС. Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora, 18th meeting of the Animals Committee, San José (Costa Rica), 8-12 April 2002. Implementation of Resolution Conf. 8.9 (Rev.) (Decision 11.106) <http://uchebana5.ru/cont/1832114.html>

²² <https://www.bonnerrferryherald.com/article/20170504/ARTICLE/170509973>

²³ <https://ecos.fws.gov/ecp0/profile/speciesProfile?sId=8241>

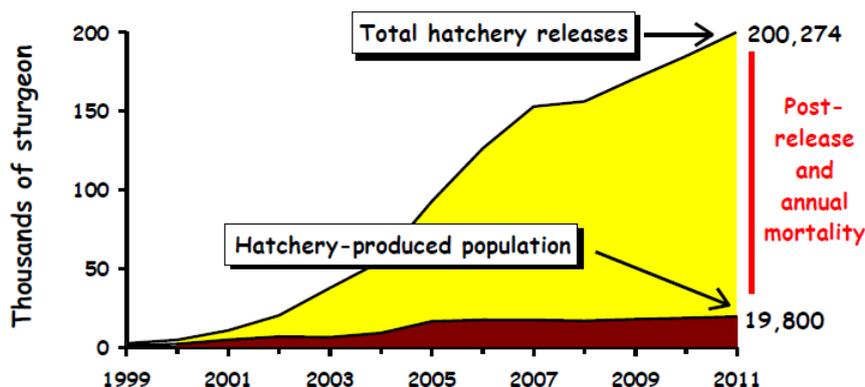


Рис. 4. Общая численность особей белого осетра в водоеме и смертность после выпуска. Увеличение числа рыб сопровождается «компенсаторной» смертностью, т.е. избыточные выпуски не дают желаемого эффекта²⁴.

Вылов производителей в реке обычно производится не жаберными сетями, а на удочку (рис. 5), что снижает хендлинг и стресс. Для оценки степени готовности самок к гормональной стимуляции определяется коэффициент поляризации ооцитов, а для индукции овуляции вводится аналог ЛГ-РГ (Kelton, 2017). Основы биотехники работы с производителями осетровых известны в США после эмиграции С. Дорошева, внесшего огромный вклад в развитие американского осетроводства²⁵ (Conte, 1988). Кроме того, на рыбоводных заводах используются современные российские методы, рекомендованные ФАО (Chebanov & Galich, 2011)



Рис. 5. Вылов белого осетра для рыбоводных целей на р. Кутенай. Рыбу осторожно заводят на носилки и переносят в цех работы с производителями²⁶

²⁴ <http://www.restoringthekootenai.org/resources/Step-2-AquaCulture-Doc/Appendix-A.pdf>

²⁵ http://earthwave.org/sturgeon/white_sturgeon

²⁶ <http://www.spokesman.com/picture-stories/sturgeon/>

После сцеживания зрелых половых клеток и периода восстановления производители возвращаются в естественные условия (рис. 6).



Рис. 6. Выпуск белого осетра в р. Кутеная после получения зрелых гамет²⁷

Икру каждой самки обычно делят на партии (лоты), каждую партию (10 тыс. икринок) оплодотворяют спермой двух самцов, потомство одной пары производителей («семейство») называется «полными сайблами» (*full-sibling family*), потомство одной самки и нескольких самцов – половинными сайблами» (*half-sibling family*), конечная численность 1 семейства – около 1000 экз., предполагается снизить исходное и конечное количество живого материала примерно в 2 раза с увеличением общего числа «семейств».

От одной самки используется, максимум, 20-40 тыс. икринок из нескольких сотен тысяч (при достаточном количестве самок для формирования необходимого числа «семейств» берется 10 тыс шт. икры), которые дают от 2 до 4 «семейств». «Семейства» различаются, по крайней мере, по отцам. Инкубация икры проходит в аппаратах Мак-Дональда. Средний процент оплодотворения - 90% (9 тыс. шт. живой икры в каждом «семействе»), средний % вылупления - 90% от живой икры (8100 однодневных личинок). Норматив перехода на экзогенное питание – 50% (4050 личинок). До 6-месячного возраста доживает 2 тыс. экз., до возраста 1 год – 1 тыс. экз. Суммарная мощность всех хозяйств – 10-15 тыс. годовиков в год.

Смешения рыб из различных «семейств» не допускается.

На новом предприятии *Twin river Sturgeon hatchery*, введенном в эксплуатацию в 2014 г., предусмотрена возможность получения и выращивания 18 дополнительных «семейств» без увеличения общего числа выпускаемой молоди, что позволяет снизить число закладываемых на инкубацию икринок с 10 до 5 тыс. шт.²⁸ (Kelton, 2017).

Масса выращенных годовиков составляет, в среднем, 30 г (рис. 7), однако получение икры проходит в июне, а вегетационный сезон при отсутствии подогрева воды составляет всего 2-3 месяца.

²⁷ <http://www.spokesman.com/picture-stories/sturgeon/>

²⁸ <http://www.restoringthekootenai.org/resources/Step-2-AquaCulture-Doc/Appendix-A.pdf>



Рис. 7. Годовичок белого осетра перед выпуском ²⁹

Выживаемость после выпуска – 60% в первый год жизни и 90% - каждый следующий год. Пробный выпуск сеголетков сопровождался резким снижением выживаемости их в водоеме (Beamesderfer *et al.*, 2012; Ireland *et al.*, 2002) и от него пришлось отказаться, вернувшись к выпускам годовиков и молоди 1+. В экспериментальном порядке среднюю массу выращиваемой молоди пытаются повысить за счет подогрева воды. В частности, в рамках Канадской Компенсационной программы сохранения рыб и дикой природы (*Fish and Wildlife Compensation Program, FWCP*) были выращены и выпущены около г. Крестон 1500 экз. 10-месячной молоди белого осетра средней массой 75 г ³⁰.

Современные и будущие объемы выпусков молоди приведены на рис. 8.

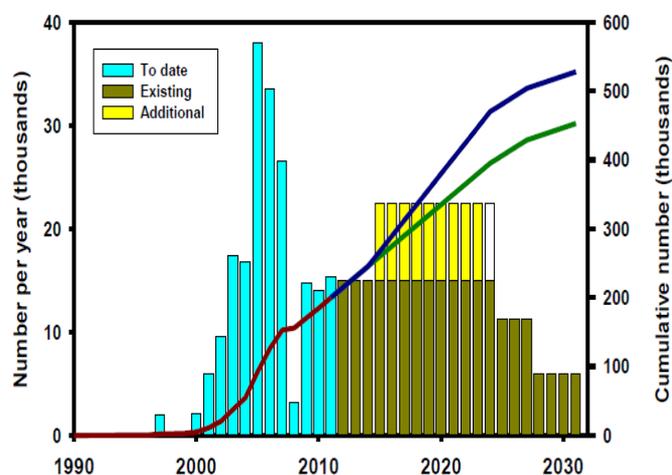


Рис. 8. Объемы выпусков заводской молоди с 1990 по 2030 гг., дополнительные на заводе *Twin river Sturgeon hatchery* – желтого цвета. Две кривые показывают кумулятивный эффект при двух вариантах выпуска (при минимальном и оптимальном числе выловленных производителей) ³¹

²⁹ <http://www.spokesman.com/picture-stories/sturgeon/>

³⁰ <http://fwcp.ca/annual-juvenile-sturgeon-release/>

³¹ <http://www.restoringthekootenai.org/resources/Step-2-AquaCulture-Doc/Appendix-A.pdf>

Кроме годовиков ежегодно выпускается 500 тыс. личинок – в различных точках водоема сбрасываются «излишки» посадочного материала после закладки необходимого числа «семейств» (McLaskey, 2014). Цель этих работ – проследить распределение личинок и выяснить причины их высокой смертности. Мечение личинок проводилось в 1990-х годах антибиотиком окситетрациклином, являющимся маркером костных структур (и лучей плавников)³². В последние годы стал широко применяться генетический анализ «семейств», позволяющий впоследствии точно идентифицировать особей в водоеме (Schreier, 2012).

Рыбоводные работы в рамках «консервационной аквакультуры» имеют следующие особенности:³³

1) используются производители, созревшие в природных условиях, в результате отсутствуют случаи нарушений сперматогенеза или резорбции икры, характерные для длительного резервирования в заводских условиях, при этом хендлинг и стресс снижаются до минимума;

2) используется ограниченное число икринок, что позволяет свести к минимуму непреднамеренный искусственный отбор в ходе выращивания;

3) большое внимание уделяется поддержанию генетического разнообразия выпускаемой молоди, для этого производится выращивание молоди по «семействам», в идеале каждое «семейство» - потомство разных родителей (икра одной самки оплодотворяется спермой двух самцов);

4) низкие плотности посадки и раздельное выращивание «семейств» (для предотвращения угнетения «быстро-растущей» линией «медленно-растущей» линии, в результате которого среди выращенных рыб будут преобладать особи первой), что требует значительного увеличения количества инкубационных аппаратов и резервуаров для выращивания;

5) выпускается достаточно крупная молодь в возрасте 1 год или 1+ с высокой выживаемостью в природном водоеме;

6) помимо массового мечения (*marking*) единой меткой для конкретной партии заводской молоди, применяется индивидуальное мечение (*tagging*) для мониторинга передвижений рыб в водоеме с использованием *PIT*-, *Vemko* и других типов меток.

Другие популяции туводного белого осетра. Заводские методы воспроизводства применяются не только для воспроизводства популяции р. Кутенай, но и для популяций р. Нечако (притоке р. Фразер), верховий р. Колумбии и притока р. Колумбии - реке Снейк (*Snake River*)^{34 35} (Ek, 2003), однако эти популяции – чисто канадские, поэтому масштабы работ – значительно меньше, чем на р. Кутенай.

Популяция р. *Нечако* репродуктивно изолирована от основной популяции р. Фразер (Cadden, 2000; French 2003), к началу XXI века в ней было немногим более 500 взрослых особей (Williamson, 2004). По проекту *Nechako White Sturgeon Recovery Initiative (NWSRI)* с 2006 г. проводятся искусственное воспроизводство и выращивание отловленной дикой молоди. В 2014 г. на р. Нечако открылся Центр сохранения белого осетра Нечако (*Nechako White*

³² http://www.elp.gov.bc.ca/wld/fishhabitats/pdf/Columbia_1997-1998.pdf

³³ <http://www.restoringthekootenai.org/resources/Step-2-AquaCulture-Doc/Appendix-A.pdf>

³⁴ IDFG. Idaho Department of Fish and Game. Management plan for the conservation of Snake River white sturgeon in Idaho. Authored by J. Dillon and S.A. Grunder, Boise. 2008. 70 pp.

<http://fishandgame.idfg.idaho.gov/public/fish/planSnakeWhiteSturgeon.pdf>

³⁵ NOAA Fisheries. 2015. <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/esa/listed.htm#fish>

Sturgeon Conservation Centre), принадлежащий Обществу Рыболовства в пресных водах (*Freshwater Fisheries Society*). Работы финансирует Фонд Развития Окружающей среды Нечако (*Nechako Environmental Enhancement Fund*)³⁶.

Для фрагментов популяций рек Колумбия и Фразер, не имеющих возможностей для нереста применяют пересадки отловленной в низовьях молоди [4] или методы заводского разведения - в оз. Мозес (*Moses Lake*) (Gingerich, 2013; Parsley & Kofoot, 2013) и водохранилище Роки Ридж (*Rocky Ridge*) (Wright *et al.*, 2015).

Рыбоводные работы на водохранилище Роки Ридж были начаты в 2010 г., когда в субпопуляции осталось всего 75 особей белого осетра. Суммарный выпуск молоди за 2011-2014 гг. составил 19450 экз. (Wright *et al.*, 2015). Рыбоводные работы на оз. Мозес проводятся в хозяйствах *Columbia Basin Hatchery (CBH)* и Марион Дрейн (*Marion Drain*) около г. Топпениш (*Toppenish*). Эти Программы, как и проекты на р. Кутенай и р. Нечако связаны с восстановлением природной среды в местах проживания коренных народов Америки.

Хозяйство *CBH* создано в 2003 г. Департаментом рыбного хозяйства и дикой природы штата Вашингтон (*Washington Department of Fish and Wildlife*) и администрациями резерваций племени Спокан (*Spokane Tribe of Indians*) и объединенных народов Колвиль (*Colville Confederated Tribes*). Первоначально для Вашингтонской Программы отлавливали дикую молоди осетра для выращивания и последующего выпуска в р. Колумбия, затем получали икру и личинок белого осетра с Кутенайского рыбоводного хозяйства. С 2006 г. стали отлавливать производителей и получать икру в хозяйстве Шерман Крик (*Sherman Creek Hatchery*) около Кеттльских водопадов (*Kettle Falls*). Начиная с 2010 г., Вашингтонская Программа проводит эксперименты с отловом и выращиванием диких личинок в качестве альтернативы получению заводской молоди, после получения первых положительных результатов работы по получению икры от выловленных производителей были прекращены в 2011 г. Выращенную молодь выпускали в озеро Рузвельт (Gingerich, 2013; Parsley & Kofoot, 2013).

Второе рыбоводное хозяйство (*Marion Drain*) создано по инициативе индейцев Якима (*Yakima Nation*). Первых производителей для рыбоводных целей отловили весной 2010 г., а первую молодь выпустили в 2012 г. (Gingerich, 2013).

В научной литературе есть также сведения об изолированных популяциях белого осетра бассейна Сакраменто - Сан-Йоакин. Одну из этих популяций – в оз. Оровилле пытались пополнять заводской молодь еще в 80-х годах (Israel *et al.*, 2009). Другая популяция обитала в оз. Шаста (бассейн рек Сакраменто - Сан-Йоакин) (Conte *et al.*, 1988; Israel *et al.*, 2009). Обе популяции отрезаны плотинами от океана сравнительно недавно (1944 г. и 1968 г., соответственно), поэтому не имеют особого таксономического статуса и их можно рассматривать как фрагменты основной популяции (или субпопуляции) проходного осетра бассейна рек Сакраменто - Сан-Йоакин. К настоящему времени субпопуляция оз. Шаста, по-видимому, полностью исчезла³⁷. В оз. Оровилле немногочисленная субпопуляция белого осетра сохранилась и привлекает любителей рыбной ловли. Годовой лимит лова – 3 осетра длиной (FL) от 40 до 50 дюймов (1-1,3 м)³⁸.

³⁶ http://neef.ca/uploads/bulletins/NEEF_Info_Bulletin_April_2014.pdf

³⁷ http://www.ehow.com/about_6466397_sturgeon-size-limits-shasta-lake.html

³⁸ <http://www.offthehookfishing.net/white-sturgeon.html>

Проходной (анадромный) осетр р. Колумбия (Hildebrand *et al.*, 1999; McCabe & Tracy, 1994) и р. Фразер³⁹ (Perrin *et al.*, 2000) представлен достаточно многочисленными стадами и не нуждается в дополнительных выпусках заводской молоди. Для поддержания фрагментов этих популяций (не имеющих особого таксономического статуса, но отрезанных плотинами от океана) используются следующие меры защиты – создание рыбоходов на дамбах и увеличение весенних сбросов воды из водохранилищ для обеспечения естественного нереста.

Заключение

Заводское разведение – очень рискованное, хотя и высоко-эффективное средство для восстановления популяций, но не альтернатива естественному нересту. Как любое сильное «лекарство», при неправильном применении заводское воспроизводство приносит больше вреда, чем пользы, поэтому использовать его следует очень осторожно. Избыток «сайблов», полученных от ограниченного числа производителей, приводит к общему сужению генофонда и резкому увеличению близкородственных скрещиваний в последующих поколениях, вызывая, в конечном итоге, исчезновение популяции (Trnkler & Shishanova, 2017; Christie *et al.*, 2012; Rymon & Laikre, 1991).

На р. Кутенай отлов самок белого осетра начинается за 3 месяца до нереста, самцов ловят непосредственно перед началом рыбоводных работ. Для индукции созревания применяется гормональная стимуляция аналогом ЛГ-РГ. Безвозвратное изъятие производителей осетра из природы не допускается - после сцеживания зрелых половых продуктов на рыб устанавливают радио- или ультразвуковые метки и выпускают.

Большое внимание уделяется снижению непреднамеренного искусственного отбора, поэтому рыбоводы берут строго ограниченное исходное количество икринок или однодневных личинок (порядка 10 тысяч в потомстве одной пары производителей – «семействе») и обеспечивают минимальный отход на дальнейших этапах биотехнического процесса. Избыточное количество личинок обычно выпускается в реку для контроля их распределения и выживаемости в водоеме, как правило, выпущенные личинки погибают. Выпуск выращенной молоди производится в возрасте 1 год или 1+. Оптимальное количество молоди, подлежащей выпуску, специально рассчитывается. Общий тренд – снижение объемов выпусков при увеличении числа семейств, что позволяет максимально поддерживать природный генофонд популяции. Суммарный выпуск белого осетра р. Кутенай, проведенный в мае 2017 г. (генерация 2016 г.) составил всего 7 тыс. годовиков, полученных от 13 самок и 34 самцов (все производители дикие)⁴⁰.

В других проектах по разведению туводных форм белого осетра (помимо р. Кутенай) используются более примитивные формы рыбоводства, вплоть до полного отказа от работ с производителями и сбора икры на нерестилищах путем установки «нерестовых матов»⁴¹. Иногда применяется отлов «дикой» молоди с последующим выращиванием, выживаемость и темп роста такой молоди на

³⁹ FRWSWG. Fraser River White Sturgeon Working Group. Fraser River white sturgeon conservation plan. Report prepared for the Fraser River Sturgeon Conservation Society by Solander. Ecological Research, Victoria, BC. 2005. http://www.frasersturgeon.com/media/FRWS%20Conservation%20Plan_Dec%202005%20ss.pdf

⁴⁰ <https://www.bonnersferryherald.com/article/20170504/ARTICLE/170509973>

⁴¹ <http://flyfishingclub.org/wp/wp-content/uploads/Columbia-WUP-Newsletter.pdf>

рыбоводных заводах и в естественном водоеме после выпуска, как правило, выше, чем при искусственном разведении (Gingerich, 2013; Parsley & Kofoot, 2013).

Литература

- Anders, P.J., Ireland, S.C., Marotz, B.L., Hoffman, G.C. (2006). *White sturgeon*. Montana Chapter of American Fisheries Society.
<https://units.fisheries.org/montana/science/species-of-concern/species-status/white-sturgeon/>
- Beamesderfer, R.C.P., Rien, T.A., Nigro, A.A. (1995). Differences in the dynamics and potential production of impounded and unimpounded white sturgeon populations in the lower Columbia River. *Transactions of the American Fisheries Society*, 124, 857-872.
- Beamesderfer, R., Justice, C., Neufeld, M., Rust, P., Paragamian, V., Ireland, S. (2009). Kootenai sturgeon population status update. Draft report to the Kootenai Sturgeon Recovery Team and Bonneville Power Administration.
- Beamesderfer, R., Justice, C., Garrison, M., Neufeld, P., Rust, P., Ireland, S. (2012). Abundance and survival of endangered Kootenai River white sturgeon. Report to the Kootenai Sturgeon Recovery Team and Bonneville Power Administration.
- Cadden, V. (2000). Review of historical white sturgeon distribution within the Nechako River Watershed. Norcan Consulting Ltd. report, prepared for B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks, Prince George, B.C. 46 p.
<http://nechakowhitesturgeon.org/uploads/files/NorcanReport.pdf>
- Chebanov, M.S., Galich, E.V. (2011). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 558. Ankara, FAO, 303 p.
- Christie, M.R., Marine, M.L., French, R.A., Waples, R.S., Blouin, M.S. (2012). Genetic adaptation to captivity can occur in a single generation. *PNAS*, 109(1), 238–242.
- Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B., Strange, E.M. (1988). Hatchery Manual for the white sturgeon with application to other North American Acipenseridae. *Univ. of California Publication*, 3322, 104 p. http://www.calwater.ca.gov/Admin_Record/C-047210.pdf
- Drennan, J.D., LaPatra, S.E., Siple, J.T., Ireland, S., & Cain, K.D. (2006). Transmission of white sturgeon iridovirus in Kootenai River white sturgeon *Acipenser transmontanus*. *Diseases of aquatic organisms*, 70(1-2), 37-45.
- Duke, S. (USF&WS), Down, T., Ptolemy, J., Hammond, J. & Spence, C. (Ministry of Water, Land & Air Protection, Canada). 2004. *Acipenser transmontanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T234A13043189. <http://www.iucnredlist.org/details/234/0>
- Ek, R. (2003). Upper Columbia sturgeon conservation hatchery. 20th Annual Meeting - Aquaculture Canada, 2003, p.70. <http://wscs.info/media/6451/AC03sturgeon.pdf>
- French, T. (2003). The Nechako River White Sturgeon Population: Evidence for Recruitment Failure. BC Lake Stewardship Society BCLSS). 6(2).
<http://nechakowhitesturgeon.org/uploads/files/Final%20BCLSS%20Nov%202003.pdf>
- Gingerich, A. (2013). Final Wells Broodstock and Breeding Plan for White Sturgeon 11-18-11W. Consultation record. 2013.
http://relicensing.douglaspudd.org/ommunication/correspondence/2013_02_13_01.pdf
- Hildebrand, L., McLeod, C., McKenzie, S. (1999). Status and management of white sturgeon in the Columbia River in British Columbia, Canada: an overview. *J. Appl. Ichthyol.*, 15, 164-172.
- Ireland, S.C., Beamesderfer, R.C.P., Paragamian, V.L., Wakkinen, V.D., Siple, J.T. (2002). Success of hatchery-reared juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) following release in the Kootenai River, Idaho, USA. *J. Appl. Ichthyol.*, 18, 642-650.
- Israel, J., Drauch, A., Gingras, M. (2009). Sacramento-San Joaquin Delta Regional Ecosystem Restoration Implementation Plan. Life History Conceptual Model. White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*), 54 p.

- <http://www.essexpartnership.com/wp-content/uploads/2010/10/WhiteSturgeon-1.pdf>
- Kelton, J. (2017). Hatchery Manual and Mitigation Actions for the Threatened/Endangered Upper Columbia and Kootenai River stocks of White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*). Available from <http://hdl.handle.net/1969.1/162639>
- Laikre, L., Schwartz, M.K., Waples, R.S., Ryman, N. (2010). The Genetic Monitoring Working Group. Compromising genetic diversity in the wild: unmonitored large-scale release of plants and animals. *Trends in Ecology & Evolution*, 25, 520-529.
- Leppla, K. (2015). The Monarch of Large River Icons – Idaho’s White Sturgeon. Idaho’s large rivers: history, management and restoration. Idaho Chapter. 2015 Annual Meeting. Abstracts. Boise Centre, Boise.
<http://www.idahoafs.org/documents/2015AbstractsFinal.pdf>
- McCabe, G.T., Jr., Tracy, Ch.A. (1994). Spawning and early life history of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, in the lower Columbia River Fishery Bull. 92(4), 760-772.
https://www.nwfsc.noaa.gov/assets/2/6721_12142010_111235_McCabe.and.Tracy.1994-rev.pdf
- McLaskey, M. (2014). Kootenai River white sturgeon still endangered. Idaho Outdoor Journal. 2014. <http://idahoooutdoorjournal.com/2014/10/15/kootenai-river-white-sturgeon-still-endangered/>
- Paragamian, V.L. (2012). Kootenai River white sturgeon: synthesis of two decade of research. *Endang. Species Res.* 17, 157-167. https://www.int-res.com/articles/esr_oa/n017p157.pdf
- Paragamian, V.L., McDonald, R., Nelson, G.J., Barton, G. (2009). Kootenai River velocities, depth, and white sturgeon spawning site selection – a mystery unraveled? *J. Appl. Ichthyol.*, 25(6), 640–646.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0426.2009.01364.x/abstract>
- Parsley, M.J., Kofoot, E. (2013). Capture of White Sturgeon Larvae Downstream of The Dalles Dam, Columbia River, Oregon and Washington, 2012, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, 2013, 20 p. <http://pubs.usgs.gov/of/2013/1110/pdf/ofr20131110.pdf>
- Perrin, C.J., Heaton, A., Laynes, M.A. (2000). White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) spawning habitat in the lower Fraser River. Report prepared by Limnotek Research and Developm. Inc. for BC Fisheries, Victoria, B.C. 72 p.
- Ryman, N., Laikre, L. (1991). Effects of supportive breeding on the genetically effective population size. *Conserv. Biol.*, 5, 325–329.
- Trenkler, I.V. (2016). Conservation aquaculture of USA and Canada: Part 1. Threatened and endangered species of *Acipenseriformes*. *Fish Farming and Fisheries*, 11, 58-70 (in Russian).
- Trenkler, I.V., Shishanova, E.I. (2017). Supplementation: the possibility of restoring natural populations of salmon fishes due to the “complementary” releases of young fry. In: “Freshwater aquaculture: mobilizing resource potential”, Proceedings of the scientific-practical Conference, 7-9 February, 2017, Moscow, 503-521 (in Russian).
- Schreier, A.D., Rodzen, J., Ireland, S., May, B. (2012). Genetic techniques inform conservation aquaculture of the endangered Kootenai River white sturgeon *Acipenser transmontanus*. *Endang. Species Res.*, 16, 65–75.
- Williamson, C., McAdam, S., Cadden, D. (2004). Assessment of hazards and risks associated with the recovery of Nechako white sturgeon. Nechako White Sturgeon Recovery Initiative Report, 20 p.
http://nechakowhitesturgeon.org/uploads/files/Conservation_Fish_Culture_Risk_Assessment.pdf
- Wright, C., Robichaud, D., Keller, L. (2015). Rocky Reach Reservoir White Sturgeon Supplementation: Telemetry and Management. P.U.D. Chelan County.
<http://oceantrackingnetwork.org/wp-content/uploads/2015/08/Corey-Wright.compressed.pdf>