

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

ХабаровскНИРО 75 лет

УДК 597.423:639.3.045

В.Н. Кошелев, Н.В. Колпаков*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13аСАХАЛИНСКИЙ ОСЕТР *ACIPENSER MIKADOI* (ACIPENSERIDAE):
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ И ПРЕДЛАГАЕМЫЕ МЕРЫ
ПО СОХРАНЕНИЮ ВИДА

Представлен обзор всех имеющихся данных о сахалинском осетре *Acipenser mikadoi*. Описан ареал, распределение, размерный состав и особенности размножения. За время работы по искусственному воспроизводству сахалинского осетра в 2006–2019 гг. в р. Тумнин отловлено 17 зрелых производителей (♀ = 13, ♂ = 4). Приведена информация о формировании и использовании ремонтно-маточного стада на Анюйском осетровом рыбопроизводном заводе. Для спасения вида предложен комплекс мер, состоящий из усиления мер охраны и искусственного воспроизводства с выпуском молоди осетра в реки материкового побережья, о. Сахалин и Японии. Предложен ряд подходов для увеличения эффективности искусственного воспроизводства.

Ключевые слова: сахалинский осетр, биология, река Тумнин, искусственное воспроизводство, бухта Датта.

DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-791-808.

Koshelev V.N., Kolpakov N.V. Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae): results of study and proposed measures for conservation of the species // *Izv. TINRO.* — 2020. — Vol. 200, Iss. 4. — P. 791–808.

All available data on sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* are summarized. Its historical and modern habitats are described and their significant reduction is noted. Now the species is abundant in the Russian part of its range only — in the Tumnin River, where it is represented in commercial catches by two clearly different groups: large-sized juveniles (FL 43–68 cm) and mature fish (FL 135–169 cm). Juveniles of sakhalin sturgeon migrate during their first years, as their osmoregulatory system forms, to the lower reaches of Tumnin, to the internal estuary, and then to the Datta Bay, the Tatar Strait and the Japan Sea. When returned to the Tumnin, the spawners of sakhalin sturgeon have the length 135–169 cm (n = 29) and weight 15–36 kg. Sex ratio among the caught mature fish is 13.0 : 4 or 3.2 : 1 for females : males, on average. Fecundity of the sturgeon females sampled for artificial reproduction varied from 44.8 to 150.0 thousand eggs, on average $87.3 \pm 12.1 \cdot 10^3$ eggs. In total, 17 mature spawners of *A. mikadoi* were caught in the Tumnin River in 2006–2019 for artificial reproduction (♀ = 13, ♂ = 4), 13 individuals were injected, among them 4/5 of females and 2/3 of males gave high-quality sex products. Producers of this species were distinguished by high survival during manipulations of fish breeding (100 %). Their progeny had low survival, both embryos during incubation

* Кошелев Всеволод Николаевич, кандидат биологических наук, заведующий сектором, e-mail: scn74@mail.ru; Колпаков Николай Викторович, доктор биологических наук, руководитель филиала, e-mail: kolpakov_nv@mail.ru.

Koshelev Vsevolod N., Ph.D., head of sector, Khabarovsk branch of VNIRO (Khabarovsk NIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: scn74@mail.ru; Kolpakov Nikolay V., D.Biol., director of branch, Khabarovsk branch of VNIRO (Khabarovsk NIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia, e-mail: kolpakov_nv@mail.ru.

and juveniles during rearing; the survival rate for the stage from eggs laid for incubation to juveniles with weight 3.4–7.0 g was 1.85 %. The low survival was supposedly reasoned by combination of unfavorable environmental factors and fish-breeding manipulations. Totally 11,214 juveniles of sakhalin sturgeon with weight from 3.4 to 7.0 g were released into the natural habitat (Tumnin river) in 2007, 2008, 2015, 2017, and 2019. At Anyui sturgeon fish hatchery, the broodstock of sakhalin sturgeon with 274 individuals of 5 ages is created and operated successfully. The male sturgeons in the hatchery mature at the age of 8 years. Here, 11 males of the 2007–2008 year-classes participated in the spawning in 2015–2019. Re-maturation of males was not recorded yet. For the broodstock formation in other fish hatcheries, 200 juveniles of sakhalin sturgeon were transferred to them. To preserve the species, a set of measures is proposed to strengthen its protection and to enhance its artificial reproduction, including the fry releasing into the rivers of the mainland coast, Sakhalin Island, and Japan.

Key words: sakhalin sturgeon, sturgeon biology, Tumnin River, artificial reproduction, Datta Bay.

Введение

Сахалинский осетр *Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892 — представитель отряда осетрообразных, населяющий морские и пресные воды северо-восточной части азиатского континента. Данный вид в силу особенностей биологии, заключающихся в малой площади нерестилищ и мест нагула молоди, никогда не был многочисленным и поэтому не стал объектом масштабного промысла, как его ближайшие географические соседи — калуга и амурский осетр — с уловами в лучшие годы до 0,6 тыс. т каждый [Солдатов, 1915]. В настоящее время сахалинский осетр в пределах своего ареала стал редок, в частности он исчез из уловов в большей части рек континента [Кошелев и др., 2012], о. Сахалин и Японских островов [Omoto et al., 2004]. Угроза исчезновения вида побуждает к разработке эффективной стратегии восстановления его численности. Эффективные охраняемые мероприятия и искусственное воспроизводство сахалинского осетра возможны только на основе детального изучения его биологии. В связи с этим целью нашего обзора было на основе собственных и литературных данных представить современный анализ состояния численности, специфики биологии и адаптивных особенностей, которые обеспечивают выживание вида, а также обрисовать перспективы восстановления его популяции.

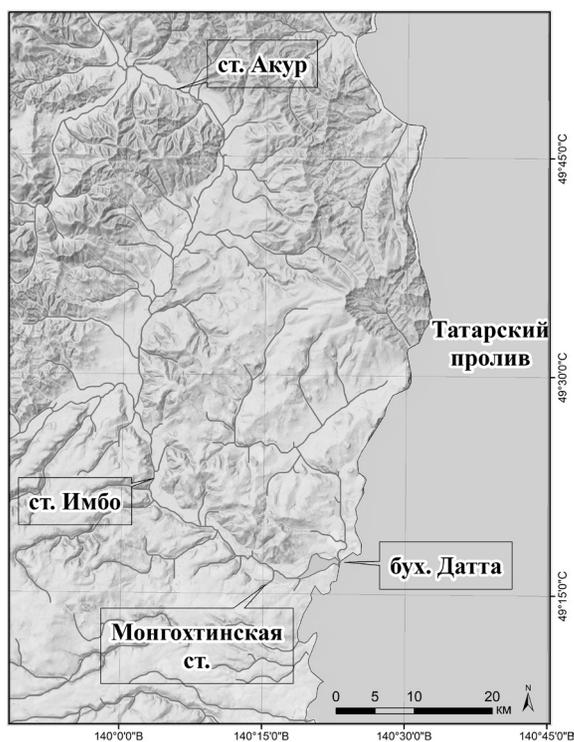
Материалы и методы

Материалом для настоящей статьи послужили особи сахалинского осетра, выловленные при проведении работ специалистами ХабаровскНИРО на р. Тумнин и в бухте Датта в 1990 и 2005–2009 гг. Кроме того, в работе использованы данные Амурского филиала Главрыбвода за 2006–2019 гг. по отлову производителей в р. Тумнин и искусственному воспроизводству сахалинского осетра на временном рыбоводном пункте в устье р. Тумнин и на Анюйском осетровом рыбозаводном заводе (ОРЗ), данные о ремонтно-маточном стаде (РМС) сахалинского осетра, сформированном на ОРЗ. Половозрелых рыб в р. Тумнин отлавливали одностенными ставными сетями длиной 30–35 м с шагом ячеи 30–140 мм, высотой от 2 до 7 м (с повышением), установленными в разных участках старого русла реки (Монгохтинская старица) и в главном русле реки — выше и ниже по течению от старицы на расстоянии 8–15 км от устья (рис. 1). Для отлова молоди сахалинского осетра использовали одностенные ставные сети с шагом ячеи 30–60 мм, длиной от 25 до 90 м и высотой 1,8–6,0 м. В бухте Датта применяли ставные сети с шагом ячеи 70–80 мм, длиной от 50 до 100 м и повышением от 2 до 4 м.

Всех пойманных рыб подвергали биологическому анализу [Правдин, 1966]: измеряли полную длину тела (*TL*) или длину от вершины рыла до окончания средних лучей хвостового плавника (*AC*), массу тела; у крупных рыб методом биопсии определяли пол и стадию зрелости гонад. Всего исследовано 65 особей сахалинского осетра, в том числе 36 экз. молоди.

Рис. 1. Река Тумнин, район проведения работ

Fig. 1. Tumnin River, the area of survey



Результаты и их обсуждение

Номенклатура и таксономия. Видовой статус сахалинского осетра достаточно долго подвергался сомнению. Первое описание было составлено Гильгендорфом в 1880 г. по единственному образцу, добытому в Сангарском проливе у южной оконечности о. Хоккайдо (Япония, акватория у г. Хакодате) и доставленному в Берлинский музей [Hilgendorf, 1892]. Автором сахалинскому осетру было присвоено видовое название *Acipenser mikadoi*. Позднее П.Ю. Шмидтом [1904] при описании еще двух экземпляров осетра из вод о. Сахалин на основе морфологических наблюдений было высказано предположение о том, что *A. mikadoi* конспецифичен американскому зеленому осетру *A. medirostris*, обитающему на шельфе западной части американского континента от Берингова моря до Калифорнии. Однако за неимением четких доказательств тождества этих таксонов он согласился с видовой самостоятельностью *A. mikadoi*. В последующем большинство исследователей на основе морфологического сходства осетров, отловленных в японских, российских и американских водах, считали, что здесь обитает один вид, называемый в соответствии с принципом приоритета американским зеленым осетром *A. medirostris* Ayres, 1854 [Берг, 1911, 1948; Солдатов, 1915; Пробатов, 1935; Никольский, 1956]. Иногда с рядом оговорок допускалось, что *A. mikadoi* является подвидом *A. medirostris* [Шмидт, 1950; Линдберг, Легеза, 1965]. При этом следует отметить минимальный объем материала по осетру из японских и российских вод, что делает сомнительным достоверность выводов о морфологическом сходстве или различии осетров из вод двух континентов. Точку в этих спорах поставили генетические исследования последних лет. Было установлено, что данные виды имеют существенные молекулярно-генетические различия, в частности в морфологии хромосом [Birstein, 1993; Birstein et al., 1993; Васильев и др., 2008; Вишнякова и др., 2008; Vasil'eva et al., 2009]. В настоящее время самостоятельность видовых статусов сахалинского *A. mikadoi* Hilgendorf, 1892 и зеленого *A. medirostris* Ayres, 1854 осетров не вызывает сомнений, они признаны мировым научным сообществом [<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=271696> on 2020-05-26; <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>].

Видообразование. По данным молекулярно-генетических исследований [Ludwig et al., 2001; Peng et al., 2007; Krieger et al., 2008] сахалинский и зеленый осетры относятся к «тихоокеанской» группе осетрообразных рыб, куда, кроме них, входят калуга *Huso dauricus*, амурский осетр *A. schrenckii*, белый осетр *A. transmontanus*, речной осетр *A. dabryanus* и китайский осетр *A. sinensis*. По данным Пенга с соавторами [Peng et al., 2007] сахалинский и зеленый осетры имеют общего предка, от которого около 9,6 (0,5–29,5) млн лет назад произошло разделение на два вида. Причиной видообразования, по-видимому, являются существенные изменения палеогеографической обстановки и климата в северной части Тихого океана, произошедшие здесь в палеогене и неогене. Так, евразийский и североамериканский континенты были соединены в единое целое сушей (Берингией) на месте современного Берингова пролива. Соединение двух континентов датируется второй половиной мела (66–100 млн лет назад), их разделение и образование Берингова пролива на месте Берингии — на границе плиоцена и миоцена ($\approx 5,0$ млн лет назад) [Гладенков, 1999]. При этом климат северо-западной части Тихого океана постепенно изменялся от субтропического до умеренного [Кафанов, 1982; Величко и др., 1992]. По-видимому, существование когда-то в прошлом как минимум двух районов размножения предка этих видов по обе стороны Тихого океана (азиатское и американское побережья) из-за разрыва Берингии с образованием пролива и последовавшего за этим похолодания вод Берингова моря и оледенения привели к образованию двух самовоспроизводящихся популяций, давших начало сахалинскому и зеленому осетрам. В настоящем, несмотря на возможное перекрывание нагульных ареалов у берегов Камчатки, восточного Сахалина, Курильских островов и островов Алеутской гряды [Микодина и др., 2012], между двумя видами существует четкая репродуктивная изоляция. Зеленый осетр, размножающийся в реках западной части Северной Америки и обитающий на шельфе Тихого океана от Берингова моря до Калифорнии [Israel et al., 2004; Moser et al., 2016], редок в водах Дальнего Востока, его ареал только частично затрагивает воды Евразии.

Природоохранный статус. Сахалинский осетр как вид, находящийся под угрозой исчезновения, занесен в Красную книгу Международного союза охраны природы (МСОП — IUCN International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), Красную книгу Российской Федерации [2020]*, Хабаровского края [2006]**, Сахалинской области [2000]*** и Приморского края [2002]****. Вид включен в Приложение I Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). На территории Японии занесен в Красную Книгу Хоккайдо как вымерший вид [Omoto et al., 2004].

Бассейн р. Тумнин, являющийся единственным водным объектом, где достоверно отмечен нерест и нагул молоди сахалинского осетра, расположен на трех особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Хабаровского края: Тумнинского заказника (143,1 тыс. га), Тумнинского природного парка (281,7 тыс. га) и Тумнинской защитной территории (85,3 га).

* Красная книга РФ. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 24.03.2020 г. № 162 «Об утверждении Перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Российской Федерации».

** Красная книга Хабаровского края. Постановление правительства Хабаровского края от 27 октября 2006 г. № 163-пр «Об утверждении перечней объектов растительного и животного мира, занесенных в Красную книгу Хабаровского края».

*** Красная книга Сахалинской области. Постановление Губернатора Сахалинской области от 29 мая 2000 г. № 230 «Об утверждении списка объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Сахалинской области».

**** Красная книга Приморского края. Постановление Губернатора Приморского края от 14 мая 2002 г. № 272 «Об утверждении перечня объектов растительного мира и перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края».

Численность и рыболовство. Благодаря высоким вкусовым качествам икры и мяса сахалинский осетр издревле привлекал человека. Останки сахалинского осетра обнаружены в мусорных кучах древних людей юго-западной части о. Сахалин (район г. Холмск) из стоянки, датируемой VIII тысячелетием до н.э. [Назаркин, 2012]. Первое упоминание о ловле сахалинского осетра в недалеком прошлом отмечено в работе А.П. Чехова «Остров Сахалин» [1895], посетившего остров в 1890 г. Согласно его путевым запискам сахалинский осетр добывался здесь японцами, гиляками (нивхами) и русскими. Осетр, по словам рыбаков, ловился как в реках, так и в прибрежье острова. Позднее в своей работе «Морские промыслы острова Сахалин» П.Ю. Шмидт [1905] описывает ловлю осетра в зал. Анива у пос. Корсаковский (южная часть острова). По его данным ежегодный улов сахалинского осетра здесь составлял несколько десятков (30–70 экз.) особей в год (возможная биомасса 0,5–2,0 т). Достоверные сведения о промысле сахалинского осетра имеются в работе А.Н. Пробатова [1935], описавшего добычу десятков рыб в реке Тымь, протекающей в восточной части о. Сахалин. Используя крючковые снасти, русские переселенцы в период с сентября по конец октября 1918 г. в 50–60 км от устья реки отлавливали, возможно, зрелых производителей осетра, поднимающихся на нерест [Пробатов, 1935]. В материковой части ареала сахалинского осетра его лов был описан в реках Уй (Чистоводная), протекающей в районе современного г. Ванино, и Тумнин [Солдатов, 1915]. Например, лов сахалинского осетра в р. Тумнин в 1913 г. проводился с использованием крючковых снастей, аханов и неводов в значительных объемах. Рыбаки из с. Датта в устье Тумнина засаливали выловленную рыбу.

Возможно, данный вид осетровых ранее имел промысловое значение и в Японии. По данным Отаки [Otaki, 1907] на рынках г. Саппоро (о. Хоккайдо, Япония) в начале XX века повсеместно продавались осетровые, вид которых неизвестен. Учитывая, что эти особи были отловлены в крупных реках острова — Исикари и Тесио — можно предположить, что это или сахалинский осетр, относительно многочисленный в те годы, или калуга, которая изредка отмечается в прибрежье Японии [Omoto et al., 2004].

Анализируя литературные данные о лове сахалинского осетра в недалеком прошлом, можно предположить, что лов данного вида осетровых в конце XIX — начале XX века был довольно распространенным явлением. На территории России прежде всего аборигены о. Сахалин, используя ставные сети из волокна крапивы, достаточно успешно добывали его в значительных объемах [Шмидт, 1905], подсчитать которые можно только с большой ошибкой. Стремительный рост населения в регионе в начале XX века и последующее обучение рыбаков-переселенцев способам лова осетра [Шмидт, 1905], а также применение стальных крючков [Солдатов, 1915] однозначно привели к интенсификации его вылова. Таким образом, 100–120 лет назад сахалинский осетр играл определенную роль в местном промысле рыбаков региона, хотя это вид с исходно невысокой численностью. В настоящее время, основываясь на данных по сокращению числа поймок сахалинского осетра и принимая во внимание то, что на многих участках ареала он исчез, можно говорить в целом о существенном снижении его численности. По экспертным оценкам [Шилин, Крыхтин, 2000; Токранов, 2011] в водах российского Дальнего Востока может обитать около 1,5–1,9 тыс. особей сахалинского осетра. Вероятно, это количество включает в себя и представителей тихоокеанского (зеленого) осетра *A. medirostris*, который изредка отмечается в уловах в водах п-ова Камчатка [Янченко и др., 2007]. Данная оценка весьма условна и отражает минимальный уровень запасов вида.

Ареал, современное распределение. В конце XIX — начале XX века ареал сахалинского осетра включал в себя Амурский лиман, шельф Японского моря от мыса Лазарева до Воньсаня (Северная Корея), побережье о-вов Сахалин, Хоккайдо, северной части Хонсю, Тайваня, а также побережье п-ова Корея и КНР в Желтом море [Шмидт, 1904, 1905; Солдатов, 1915; Пробатов, 1935; Берг, 1948; Matsubara, 1955; Линдберг, Легеза, 1965; Артюхин, Андронов, 1990; Крыхтин, Горбач, 1994; Золотухин, 2002; Omoto

et al., 2004; Артюхин, 2008; Ким, 2009; Кошелев и др., 2012; Микодина и др., 2012]. Сахалинский осетр был отмечен в уловах в следующих реках: Тумнин, Коппи, Ботчи, Серебряная, Большая Хадя, Чистоводная (Хабаровский край), Самарга, Максимовка, Великая и Малая Кема, Джигитовка, Маргаритовка, Аввакумовка, Киевка, Партизанская, Суходол, Раздольная, Нарва, Рязановка, Барабашевка, Туманная (Приморский край), Тымь, Лютога, Виахту (о. Сахалин), Исикари и Тесио (Япония) (рис. 2).

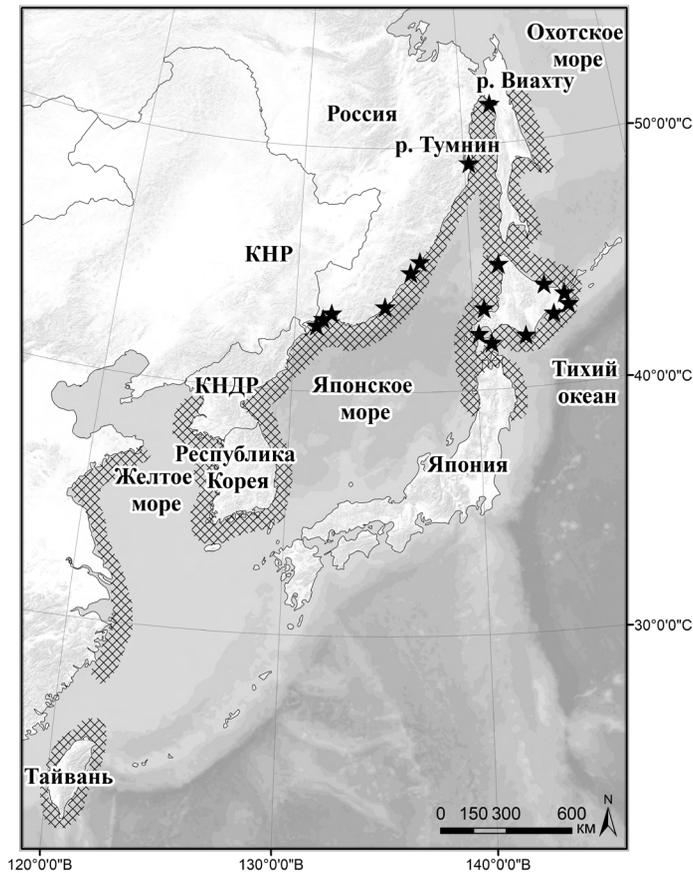


Рис. 2. Исторический ареал сахалинского осетра (*штриховка*), современные случаи поимки (*звездочки*)

Fig. 2. Historical range of sakhalin sturgeon (*shaded*), modern findings (*black stars*)

В настоящее время сахалинский осетр в пределах своего исторического ареала редок, случаи поимки единичны. К описанию ареала сахалинского осетра в водах России следует подходить осторожно, особенно в его северо-восточной части, где отловленных особей принимали за представителей его вида-двойника — тихоокеанского *A. medirostris*, и наоборот, на что указывает Е.В. Микодина [2006], описывая случаи его поимки в водах Камчатки и о. Сахалин. Достоверно можно говорить о присутствии его в уловах за последние 25 лет только в реках Тумнин и Виахту ($n = 1$) [Кошелев и др., 2012], кроме того, он отмечался (чаще всего неполовозрелые рыбы длиной 40–70 см) и в ряде рек Приморья [Ким, 2009; Микодина и др., 2012; Барабанщиков Е.И., личное сообщение]. В реках Японии сахалинский осетр считается исчезнувшим с 1950-х гг. [Микодина и др., 2012]. Последние поимки сахалинского осетра отмечены в 1993–2001 гг. в прибрежье о. Хоккайдо ($n = 9$) и в озере лагунного типа Сарома (северо-восточная часть о. Хоккайдо) ($n = 1$) [Omoto et al., 2004]. В прибрежье п-ова Корея сахалинский осетр исчез в уловах с конца 1980-х гг. Данные о поимках сахалинского осетра в КНР отсутствуют [Микодина и др., 2012].

Таким образом, сейчас сахалинский осетр относительно многочислен только в р. Тумнин и бухте Датта. Здесь происходит его нерест и нагул молоди в течение первых лет жизни [Кошелев и др., 2012]. Значительно меньше осетра у берегов о. Хоккайдо, где в прибрежье острова отмечены как молодь, так и половозрелые экземпляры [Omoto et al., 2004]. В других районах ареала сахалинский осетр редок, отмечаются единичные случаи его поимки.

Популяционная структура сахалинского осетра до настоящего времени не изучена. До начала периода промыслового лова сахалинского осетра можно предположить ее историческую сложную организацию по причине масштабного ареала, минимум нескольких центров воспроизводства, расположенных на значительном расстоянии друг от друга, и наличия естественных преград для отдельных популяций вида — значительных глубин Японского моря. Можно допустить наличие в недалеком прошлом минимум трех популяционных единиц, связанных с районами воспроизводства и прибрежного нагула: «материковая», объединяющая особей из рек материкового побережья Евразии; «сахалинская», приуроченная к рекам о. Сахалин, и «северояпонская», двух рек о. Хоккайдо (Исикари и Тесио), где достоверно описан нерест осетра*. Для каждой из минимум трех популяционных единиц сахалинского осетра следует говорить об определенном своеобразии условий обитания (участки нереста и нагула, система течений, температурные условия, а также состояние кормовой базы).

Исходя из данных об уловах в период морского нагула сахалинский осетр является обитателем только прибрежных шельфовых вод. В литературе отсутствуют данные о его нагуле на глубинах более 10 м, все случаи поимки отмечены для небольших глубин в несколько метров, в отличие от калуги, которая достаточно успешно осваивает морские воды, в частности Японского моря до глубины 30 м [Кошелев и др., 2012]. Можно предположить, что, например, прол. Лаперуза, отделяющий о. Сахалин от о. Хоккайдо, с его глубинами в 50–118 м в наиболее глубокой части, мог быть естественным географическим барьером, отделявшим «сахалинскую» от «северояпонской» популяции осетра. В то же время следует отметить, что между предполагаемыми популяциями сахалинского осетра не существовало полной географической изоляции.

Таким образом, в недалеком прошлом существовало несколько самовоспроизводящихся популяций сахалинского осетра. «Ядром-центром» данных популяций могли бы быть минимум три участка его исторического ареала: о. Хоккайдо (реки Исикари и Тесио), реки материкового (Тумнин, Коппи, Ботчи и Самарга) и островного (Виахту) побережий Татарского пролива. Точку в дискуссии о популяционной структурированности сахалинского осетра могут поставить молекулярно-генетические исследования, выявившие, в частности, существование у амурского осетра в недалеком прошлом двух или более отдельных популяций [Шедько и др., 2015].

Жизненный цикл, биология. В р. Тумнин и бухте Датта сахалинский осетр вплоть до настоящего времени в уловах представлен двумя четко различающимися размерно-функциональными группировками — крупной молодь и половозрелыми особями [Кошелев и др., 2012] (табл. 1, рис. 3).

Аллометрическое соотношение между длиной L и массой W тела сахалинского осетра представлено на рис. 4. Значение константы b , определяющей форму и степень кривизны кривых аллометрического роста сахалинского осетра, является достаточно типичным для осетровых [Зыков, 2005]. При этом значение константы $b = 3,1634$ у сахалинского осетра, численно характеризующей скорость роста массы тела относительно его длины, близко к величине этого показателя у амурского осетра — $b = 3,2789$ и калуги — $b = 3,0815$ [оригинальные данные].

* Подобная популяционная структура была характерна в недавнем прошлом и для другого редкого анадромного вида рыб со сходным ареалом — сахалинского тайменя *Parahucho perryi* [Парпура, 1990].

Таблица 1

Длина и масса молоди и половозрелых особей сахалинского осетра из р. Тумнин и бухты Датта, 1990–2019 гг.

Table 1

Length and weight of juveniles and adults of sakhalin sturgeon from the Tumnin River and Datta Bay, 1990–2019

Показатель	Молодь (n = 36)	Половозрелые особи (n = 29)
Длина тела (АС), см	$48,60 \pm 0,93$ 43–68	$153,40 \pm 1,85$ 135–169
Масса тела, кг	$0,657 \pm 0,025$ 0,43–1,29	$26,70 \pm 1,12$ 15,0–36,0

Примечание. Здесь и в табл. 2 над чертой — среднее значение параметра и ошибка средней; под чертой — пределы изменчивости параметра.

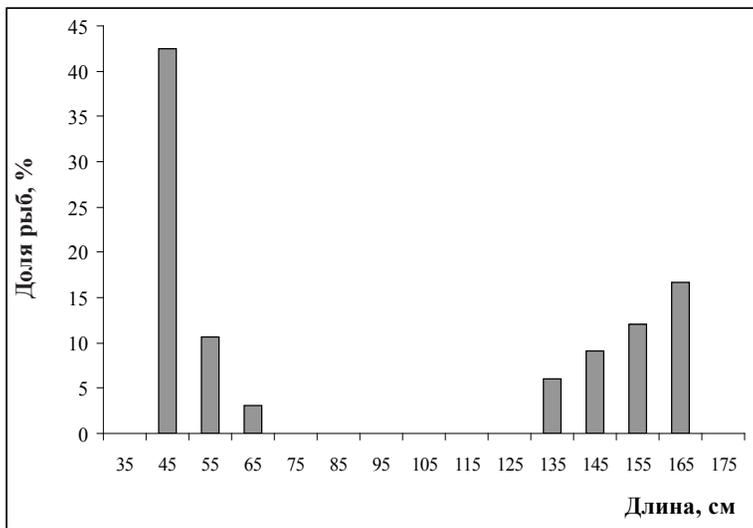


Рис. 3. Размерный состав (АС, см) сахалинского осетра р. Тумнин

Fig. 3. Size composition (fork length, cm) of sakhalin sturgeon from the Tumnin River

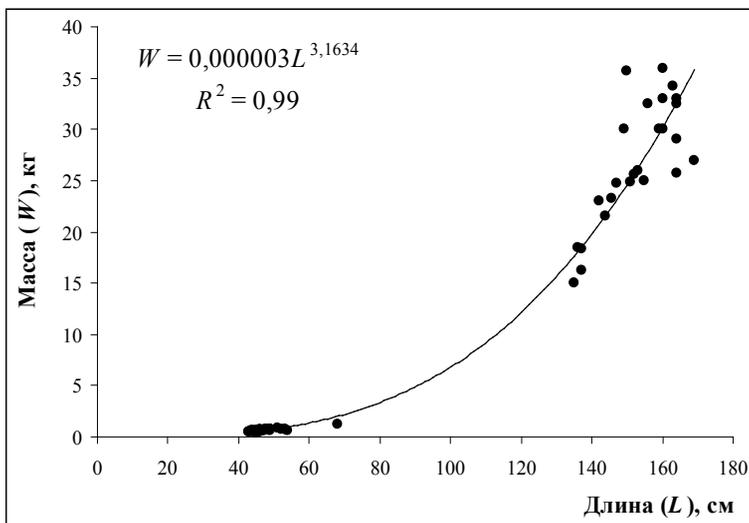


Рис. 4. Зависимость длина–масса сахалинского осетра р. Тумнин и бухты Датта

Fig. 4. Length–weight dependence for sakhalin sturgeon from the Tumnin River and Datta Bay

После выклева у сеголеток сахалинского осетра и некрупной молодежи в искусственных условиях (Аньюйский ОРЗ) отмечена очень низкая двигательная активность (рис. 5), в отличие от амурских осетровых, для которых свойственны «свечки» — подъемы в толщу воды [Zhuang et al., 2003], способствующие расселению вниз по течению реки. Низкая активность молодежи сахалинского осетра аналогична поведению молодежи зеленого осетра из рек западного побережья США [Kupard et al., 2005], что в естественных условиях быстрой полугорной р. Тумнин может иметь большое адаптивное значение, препятствуя сносу с нерестилищ в нижнее течение реки и эстуарий, где соленость воды периодически повышается во время приливов.



Рис. 5. Залегание молодежи сахалинского осетра вокруг укрытий (Аньюйский ОРЗ)
Fig. 5. Sakhalin sturgeon juveniles at shelters in the Anyui sturgeon hatchery

Молодь сахалинского осетра по мере формирования ее осморегуляторной системы первые несколько лет постепенно спускается в низовья р. Тумнин и осваивает для нагула сначала ее внутренний эстуарий, а затем — бухту Датта, Татарский пролив и, по-видимому, Амурский лиман, а позднее — Японское море [Кошелев и др., 2012; Солдатов, 1915]. Периодический выход сахалинского осетра в опресняемую бухту Датта, вероятно, способствует постепенной адаптации молодежи к переходу к обитанию в Японском море с океанической соленостью. По достижении длины тела 60–70 см сахалинский осетр полностью скатывается на нагул в Японское море, где обитает до половой зрелости. Продолжительность речного периода жизни у сахалинского осетра, очевидно, составляет не менее 4 лет. Именно такой возраст указан для единственной особи длиной 58 см, у которой Е.Н. Артюхиным и А.Е. Андроновым [1990] он был определен по регистрирующим структурам. Вместе с тем есть указания на скат сахалинского осетра в море в более позднем возрасте — 5–6 лет [Крыхтин, Горбач, 1994]. По достижении половой зрелости (≥ 135 см) производители сахалинского осетра заходят из Японского моря на нерест в р. Тумнин. Таким образом, сахалинский осетр является типичным представителем анадромных видов рыб, большая часть жизни которых проходит в соленых водах морей и океанов, а нерест — в пресных речных водах [Muers, 1949; Ходоревская и др., 2007].

Размножение. Нерест сахалинского осетра в настоящее время достоверно отмечен в реках Тумнин (Хабаровский край) и Виахту (о. Сахалин) [Кошелев и др., 2012]. Ранее как место нереста сахалинского осетра были описаны реки западного побережья о. Хоккайдо (Япония) — Исикари и Тесио [Okada, 1955]. В настоящее время достоверных данных о нересте сахалинского осетра в этих реках нет. В р. Тумнин произво-

дители сахалинского осетра заходят на нерест из Японского моря в мае-июне. В свою очередь, в р. Виахту нерест сахалинского осетра происходит, по-видимому, позднее, так как зрелый самец с гонадами V стадии зрелости («текущий» самец) был отловлен здесь 20 июля 2011 г. Нерест сахалинского осетра в реках Японии проходил в апреле-мае [Okada, 1955]. Зрелые особи сахалинского осетра заходят на нерест в Тумнин по достижении длины тела как минимум 135 см и массы 15 кг (табл. 1). Сахалинский осетр созревает при больших длине и массе тела, чем амурский осетр *A. schrenckii*, минимальные длина и масса производителей которого составляют соответственно 95–100 см и 4–6 кг [Кошелев, 2010]. По мнению Е.Н. Артюхина и А.Е. Андропова [1990], производители сахалинского осетра заходят на нерест из Японского моря в р. Тумнин как весной, так и осенью, что согласно Л.С. Бергу [1934] позволяет предположительно выделить у него яровую и озимую формы, хотя позднее Е.Н. Артюхин [2008] отнес этот вид только к яровым. Длина тела производителей сахалинского осетра из р. Тумнин варьирует от 135 до 169 см ($n = 29$), масса — от 15 до 36 кг (табл. 1). Самец из р. Виахту имел длину тела 170 см, массу 26 кг. Соотношение полов среди отловленных в 2006–2019 гг. зрелых рыб составило: самки/самцы 13 : 4, или 3,2 : 1,0. Ранее, в 1986, 1987, 1991, 1996 и 2005 гг., при лове в устье соотношение полов среди зрелых особей сахалинского осетра составило 9 : 9, или 1 : 1. Самки сахалинского осетра крупнее самцов (табл. 2).

Таблица 2
Длина и масса производителей сахалинского осетра из р. Тумнин, 1990–2019 гг.
Table 2
Length and weight of sakhalin sturgeon spawners from the Tumnin River, 1990–2019

Показатель	Самки ($n = 19$)	Самцы ($n = 9$)
Длина тела (AC), см	$157,60 \pm 1,58$ 145–169	$147,70 \pm 3,23$ 135–164
Масса тела, кг	$29,40 \pm 1,32$ 18–36	$23,20 \pm 1,66$ 15–30

Места нереста сахалинского осетра в р. Тумнин не описаны. Исходя из гидролого-морфологической характеристики реки, можно предположить наличие нерестилищ сахалинского осетра на участках плесов реки, которые начинаются от района станции Имбо (30 км от устья), находящейся вне зоны действия приливов, осолоняющих воды реки, до с. Акура (95 км от устья). На этих участках реки глубины на плесах варьируют в пределах 1–3 м, грунты песчано-галечные с фракцией до 50 мм с редкими валунами. Скорость течения варьирует в пределах 0,6–1,4 м/с.

Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) сахалинского осетра по разным данным изменяется от 65 до 2400 тыс. икр. [Okada, 1955; Артюхин, Андронов, 1990]. Средняя рабочая плодовитость самок, которая меньше абсолютной, при проведении работ по искусственному воспроизводству сахалинского осетра варьировала от 44,8 до 150,0 тыс. икр. и в среднем составила $87,3 \pm 12,1$ тыс. икр., что сопоставимо с данными о ближайшем родственном виде — зеленом осетре *A. medirostris* (пределы 49–115, среднее значение 82 ± 23 тыс. шт., $n = 13$) [Van Eenennaam et al., 2008] — и существенно меньше, чем у калуги и амурского осетра. Диаметр ооцитов сахалинского осетра — 3,3–3,7 мм, масса икринок — 24,8–34,4 мг [Артюхин, Андронов, 1990]. Коэффициент поляризации ооцитов при миграции в р. Тумнин варьирует от 5,1 до 10,0 %. Эмбриональное развитие длится около 7 сут [Okada, 1955].

Основные угрозы для вида. Единственной реальной угрозой для сахалинского осетра является его незаконный вылов. Так, на территории России сахалинский осетр именно по вине браконьеров исчез в таких реках, как Коппи, Ботчи, Большая Хадя и Серебряная, где ранее был отмечен в уловах [Кошелев и др., 2012]. Существенному воздействию сахалинский осетр подвергается в главной для его естественной репро-

дукции реке — Тумнин. Здесь, несмотря на значительные охранные мероприятия, специализированный вылов производителей сахалинского осетра продолжается уже несколько десятилетий. Необходимо усиление охранных мероприятий в период хода и нереста производителей в мае, июне.

Искусственное воспроизводство сахалинского осетра с выпуском молоди в естественную среду обитания развивается только на территории России. За время работы по искусственному воспроизводству в 2006–2019 гг. в р. Тумнин отловлено 17 зрелых производителей (♀ = 13 и ♂ = 4). Из 13 инъекцированных особей — 80,0 % самок и 66,6 % самцов отдали качественные половые продукты. Установлено, что производители сахалинского осетра имеют высокую выживаемость при проведении рыбоводных манипуляций (100 %), гибель особей была отмечена в последующем. Для сахалинского осетра выявлена низкая выживаемость как эмбрионов при инкубации, так и молоди при выращивании. Гибель икры за время инкубации сахалинского осетра составила 91,2 %. От заложенных на инкубацию 698,5 тыс. икр. выклев составил 61,2 тыс. личинок. От полученных личинок до выпуска дожило 12902 экз. молоди сахалинского осетра, или 21,1 %. В целом выживаемость сахалинского осетра от заложенной на инкубацию икры до выпуска молоди составила 1,85 %. Сходные проблемы с разведением сахалинского осетра имеют японские рыбоводы на о. Хоккайдо [цит. по: Черняк и др., 2010]. Низкая выживаемость икры и молоди сахалинского осетра может быть связана с несовершенством используемой биотехники и обусловлена особенностями экологии вида, а также естественно низкой эффективностью его размножения.

В связи с низкой численностью зрелых особей сахалинского осетра в природе было принято решение о формировании его ремонтно-маточного стада на базе Аннойского ОРЗ Амурского филиала Главрыбвода. К настоящему времени РМС создано и эксплуатируется, включает 274 особи пяти возрастов. Созревание самцов осетра в условиях ОРЗ наступило в возрасте 8 лет. В период с 2015 по 2019 г. в нерестовых кампаниях участвовало 11 самцов генерации 2007–2008 гг. Повторного созревания самцов пока не зафиксировано. Для формирования РМС на других рыбоводных заводах передано 200 экз. молоди. В естественную среду обитания (р. Тумнин) выпущено 11214 экз. молоди сахалинского осетра навеской от 3,4 до 7,0 г (табл. 3).

Таблица 3

Данные о выпуске молоди сахалинского осетра в р. Тумнин

Table 3

Data on releases of sakhalin sturgeon juveniles into the Tumnin River

Год	Кол-во молоди, экз.	Навеска, г
2007	226	7,0
2008	3588	3,5
2015	1000	4,3
2017	4700	6,3
2019	1700	4,4

Предлагаемые меры по сохранению и восстановлению. Для восстановления численности сахалинского осетра необходим комплекс мероприятий, включающий в себя усиление мер охраны и искусственное воспроизводство с выпуском подрощенной молоди. Усиление охранных мероприятий требуется на единственной реке, где достоверно отмечен его нерест, — р. Тумнин. Возможно, следует внести в Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна запрет на использование жаберных сетей при ловле лососей в р. Тумнин и бухте Датта, так как в прилове отмечается крупная молодь сахалинского осетра, а также рассмотреть вопрос о ликвидации рыбопромысловых участков на местах его нагула и нереста.

Необходим переход от разовых выпусков небольшого количества подрощенной на рыбоводных предприятиях молоди сахалинского осетра в естественную среду к

масштабным ежегодным работам по его искусственному воспроизводству. Перспективным видится выпуск его искусственно полученной молоди в реки материкового побережья Хабаровского и Приморского краев, а также о. Сахалин.

В свете Рамсарской декларации о сохранении осетровых рыб в Мире* возможно рассмотреть внедрение методов природоохранной практики отдельных стран (США). К основным можно отнести:

1. Задачи формирования РМС.
2. Определение потребностей в искусственно выращенной молоди с учетом экологической емкости.
3. Определение стандарта заводской молоди сахалинского осетра на основе данных о физиологии, поведении и экологии молоди.
4. При воспроизводстве учитывать сокращение генетического разнообразия из-за малого количества родителей. Стараться сократить риск близкородственного скрещивания.
5. Зарыбление устьевых участков рек, где ранее сахалинский осетр был отмечен в уловах с наблюдением за выживаемостью и ростом выпущенной молоди с мечением.

Следует разработать международный план сохранения сахалинского осетра. Учитывая, что ареал сахалинского осетра охватывает в том числе трансграничные воды России и Японии, следует объединить интересы ученых и государственных органов обеих стран в области выработки совместных мероприятий по его охране и воспроизводству. Перспективным в этом плане видится выпуск искусственно выращенной в России молоди в воды рек о. Хоккайдо — Тесио и Исикари, где ранее был достоверно отмечен нерест сахалинского осетра. Данные мероприятия будут способствовать расширению современного ареала вида.

Искусственное воспроизводство сахалинского осетра должно развиваться на базе знаний о физиологии, поведении и экологии молоди данного вида и работах, направленных на совершенствование биотехники разведения и снижение отхода икры и молоди. В настоящее время научные данные о сахалинском осетре минимальны, особенно актуальны исследования в области биологии первых лет жизни осетра и поиска оптимальных мест (рек) для выпуска молоди. По литературным данным об искусственном воспроизводстве близкородственного вида — зеленого осетра [Van Eenennaam et al., 2012], а также по личному сообщению Джоэль Ван Эйненаам (Калифорнийский университет, США) перспективными направлениями в плане сокращения гибели молоди и повышения эффективности выращивания могут быть следующие приемы: использование резервуаров с круговым током воды для естественного нереста после инъектирования особей гормональными препаратами, применение влажных естественных (лососи) и живых кормов при кормлении молоди, так как искусственный корм она принимает за камни, подбор температурного режима выращивания, сходного с природным.

Заключение

Оценивая состояние популяции сахалинского осетра, необходимо отметить, что этот вид осетровых России находится, по-видимому, в наихудшем состоянии. Численность вида, имеющего исторически низкую численность, в настоящее время под влиянием ННН-промысла неуклонно уменьшается, случаи поимки единичны. Искусственное воспроизводство, развивающееся только на территории России, не в состоянии компенсировать потери от вылова. Минимум данных о биологии вида и слабая проработка биотехники искусственного разведения сахалинского осетра не способствуют увеличению его численности в природе. Для сохранения вида необходимы комплекс мер по охране мест нереста и нагула молоди сахалинского осетра в

* Ramsar Declaration on Global Sturgeon Conservation // J. Appl. Ichthyol. 2006. Vol. 22, Suppl. 1. P. 5–11.

р. Тумнин, а также его искусственное воспроизводство с расширением списка рек для зарыбления, в том числе на территории Японии.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Амурскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод» за любезно предоставленную возможность использования материалов по искусственному воспроизводству сахалинского осетра.

Финансирование работы

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены. Информация обо всех пойманных рыбах была включена в статью. Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

Информация о вкладе авторов

В.Н. Кошелев — сбор материала, систематизация первичных данных, подготовка первой версии статьи, Н.В. Колпаков — систематизация первичных данных, редактирование и подготовка окончательного варианта рукописи.

Список литературы

- Артюхин Е.Н.** Осетровые: экология, географическое распространение и филогения : моногр. — СПб. : СПбГУ, 2008. — 137 с.
- Артюхин Е.Н., Андронов А.Е.** Морфобиологический очерк зеленого осетра *Acipenser medirostris* (Chondrostei, Acipenseridae) из реки Тумнин (Датта) и некоторые аспекты экологии и зоогеографии осетровых // Зоол. журн. — 1990. — Т. 69, вып. 12. — С. 81–91.
- Берг Л.С.** Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1 : моногр. — 4-е изд., испр. и доп. — М. ; Л. : АН СССР, 1948. — 468 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 27.)
- Берг Л.С.** Фауна России и сопредельных стран. Рыбы (Marsipobranchii и Pisces) : моногр. — СПб. : Тип. Имп. Акад. наук, 1911. — Т. 1. — 337 с.
- Берг Л.С.** Яровые и озимые расы у проходных рыб // Изв. АН СССР. Отд. математ. и естест. наук. — 1934. — Т. 5. — С. 711–732.
- Васильев В.П., Васильева Е.Д., Шедько С.В., Новомодный Г.В.** Кариотипы калуги *Huso dauricus* и сахалинского осетра *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae, Pisces) // Биоразнообразие и динамика генофондов. Подпрограмма II «Динамика генофондов» : мат-лы отчет. конф. — М., 2008. — С. 19–21.
- Величко А.А., Лаухин С.А., Нечаев В.П. и др.** Изменения палеотемператур Северной Евразии в кайнозое // Докл. РАН. — 1992. — Т. 326, № 4. — С. 688–691.
- Вишнякова Х.С., Мюге Н.С., Зеленина Д.А. и др.** Культура клеток и кариотип сахалинского осетра *Acipenser mikadoi* // Биол. мембраны. — 2008. — Т. 25, № 6. — С. 420–433.
- Гладенков А.Ю.** Когда впервые открылся Берингов пролив? // Природа. — 1999. — № 9. — С. 29–31.
- Золотухин С.Ф.** Анадромные рыбы российского материкового побережья Японского моря и современный статус их численности // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 800–818.
- Зыков Л.А.** Биоэкологические и рыбохозяйственные аспекты теории естественной смертности рыб : моногр. — Астрахань : Астрах. ун-тет, 2005. — 373 с.
- Кафанов А.И.** Кайнозойская история малакофаун шельфа Северной Пацифики // Морская биогеография (предмет, методы, принципы районирования). — М. : Наука, 1982. — С. 134–176.
- Ким Л.Н.** Промысловые рыбы Уссурийского залива (Японское море): состав, биология, современный статус, значение в рыболовстве : дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2009. — 259 с.

- Кошелев В.Н.** Амурский осетр *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (распределение, биология, искусственное воспроизводство) : дис. ... канд. биол. наук. — М. : ВНИРО, 2010. — 180 с.
- Кошелев В.Н., Микодина Е.В., Миронова Т.Н. и др.** Новые данные о биологии и распространении сахалинского осетра *Acipenser mikadoi* // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 6. — С. 679–688.
- Крыхтин М.Л., Горбач Э.И.** Осетровые рыбы Дальнего Востока // Экономическая жизнь Дальнего Востока. — 1994. — Т. 1, № 3. — С. 86–91.
- Линдберг Г.У., Легеза М.И.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 2 : моногр. — М. ; Л. : Наука, 1965. — 394 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 84.)
- Микодина Е.В.** К вопросу об ареале и численности сахалинского осетра в связи с выбором мест для вселения заводской молоди // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития : мат-лы докл. 4-й междунар. науч.-практ. конф. — М. : ВНИРО, 2006. — С. 205–208.
- Микодина Е.В., Хрисанфов В.Е., Пресняков А.В. и др.** Морфология, распространение и видовой статус осетров *Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892 и *Acipenser medirostris* Ayres, 1854 в территориальных водах Дальнего Востока РФ // Рыб. хоз-во. — 2012. — № 4. — С. 74–77.
- Назаркин М.В.** Обзор остатков рыб из археологических памятников острова Сахалин // Археозоологические исследования на Сахалине. — 2012. — Т. 1. — С. 43–50.
- Никольский Г.В.** Рыбы бассейна Амура : моногр. — М. : АН СССР, 1956. — 551 с.
- Парпура И.З.** Сравнительное морфобиологическое описание сахалинского тайменя из вод северного Приморья // Биология шельфовых и проходных рыб. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. — С. 39–46.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.
- Пробатов А.Н.** Материалы по изучению осетровых рыб Амура // Учен. зап. Пермского ун-та. — 1935. — Т. 1, вып. 1. — С. 33–72.
- Солдатов В.К.** Обзор исследований, произведенных на Амуре в 1909–1913 гг.; Исследование осетровых Амура : Материалы к познанию русского рыболовства. — Петроград : тип. В.Ф. Киршбаума (отд-ние), 1915. — Т. 3, вып. 12. — 415 с.
- Токранов А.М.** Осетр сахалинский (*Acipenser medirostris*). Интернет-энциклопедия «Северная Пацифика». 2011. <http://www.npacific.ru/np/library/encicli/15/0017.htm>.
- Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С.** Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна : моногр. — М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2007. — 242 с.
- Черняк А.Л., Хрисанфов В.Е., Шهبанин В.М.** Сахалинский осетр *Acipenser mikadoi* (Hilgendorf, 1892) — перспективы сохранения вида и его введения в аквакультуру // Проблемы аквакультуры : мат-лы 6-й междунар. науч.-практ. конф. по аквариологии. — М., 2010. — Вып. 4. — С. 41–47.
- Чехов А.П.** Остров Сахалин (из путевых записок). — М. : Русская мысль, 1895. — 450 с.
- Шедько С.В., Мирошниченко И.Л., Немкова Г.А. и др.** Изменчивость митохондриальной ДНК, историческая демография и популяционная структура амурского осетра *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 // Генетика. — 2015. — Т. 51, № 2. — С. 200–216. DOI: 10.7868/S0016675815020125.
- Шилин Н.И., Крыхтин М.Л.** Сахалинский осетр *Acipenser medirostris* Ayres, 1854 // Красная книга Российской Федерации (животные). — М. : Астрель, 2000. — С. 255–256.
- Шмидт П.Ю.** Морские промыслы острова Сахалина : моногр. — СПб., 1905. — 458 с.
- Шмидт П.Ю.** Рыбы восточных морей Российской империи : моногр. — СПб. : Изд-во Император. рус. геогра. о-ва, 1904. — 466 с.
- Шмидт П.Ю.** Рыбы Охотского моря : моногр. — М. ; Л. : АН СССР, 1950. — 370 с.
- Янченко И.Н., Коростылев С.Г., Бугаев В.Ф.** О поимке калуги *Huso dauricus* (Georgi, 1775) в прибрежных водах Северо-Западной Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : мат-лы 8-й междунар. науч. конф., посвящ. 275-летию с начала Второй Камчатской Экспедиции (1732–1733 гг.). — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2007. — С. 133–134.
- Birstein V.J.** Sturgeons and Paddlefishes Threatened Fishes in Need of Conservation // Conserv. Biol. — 1993. — Vol. 7, № 4. — P. 773–787. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1993.740773.x.
- Birstein V.J., Poletaev A.I., Goncharov B.F.** DNA content in Eurasian sturgeon species determined by flow cytometry // Cytometry. — 1993. — Vol. 14, Iss. 4. — P. 377–383. DOI: 10.1002/cyto.990140406.

Hilgendorf F.M. Neue Stör-Art von Nord-Japan, *Acipenser mikadoi* // Sitzber Ges. Naturf. Freunde. — Berlin, 1892. — P. 98–100.

Israel J.A., Cordes J.F., Blumberg M.A., May B. Geographic patterns of genetic differentiation among collections of green sturgeon // North Am. J. Fish. Manag. — 2004. — Vol. 24, № 3. — P. 922–931. DOI: 10.1577/M03-085.1.

Krieger J., Hett A.K., Fuerst P.A. et al. The molecular phylogeny of the order Acipenseriformes revisited // J. Appl. Ichthyol. — 2008. — Vol. 24, Suppl. 1. — P. 36–45. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01088.x.

Kynard B., Parker E., Parker T. Behavior of early life intervals of Klamath River green sturgeon, *Acipenser medirostris*, with a note on body color // Environ. Biol. Fish. — 2005. — Vol. 72, Iss. 1. — P. 85–97. DOI: 10.1007/s10641-004-6584-0.

Ludwig A., Belfiore N.M., Pitra C. et al. Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (Acipenser, Huso and Scaphirhynchus) // Genetics. — 2001. — Vol. 158, Iss. 3. — P. 1203–1215.

Matsubara K. Fish morphology and hierarchy. Vol. 1–3. — Ishizaki Shoten, Tokyo, 1955. — 1605 p.

Moser M.L., Israel J.A., Neuman M. et al. Biology and life history of Green Sturgeon (*Acipenser medirostris* Ayres, 1854): state of the science // J. Appl. Ichthyol. — 2016. — Vol. 32, Suppl. 1. — P. 67–86. DOI: 10.1111/jai.13238.

Myers G.S. Usage of anadromous, catadromous and allied terms for migratory fishes // Copeia. — 1949. — № 2. — P. 89–97. DOI: 10.2307/1438482.

Okada Y. Fishes of Japan. — Tokyo : Maruzen Co. Ltd., 1955. — 434 p.

Omoto N., Maebayashi M., Hara A. et al. Gonadal maturity of wild sturgeons, *Huso dauricus*, *Acipenser mikadoi* and *A. schrenckii* caught near Hokkaido, Japan // Environ. Biol. Fish. — 2004. — Vol. 70, Iss. 4. — P. 381–391. DOI: 10.1023/B:EBFI.0000035434.57848.54.

Otaki K. The common sturgeons of Hokkaido // Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. — 1907. — Vol. 2. — P. 79–84.

Peng Z., Ludwig A., Wang D. et al. Age and biogeography of major clades in sturgeons and paddlefishes (Pisces: Acipenseriformes) // Mol. Phylogenet. Evol. — 2007. — Vol. 42, № 3. — P. 854–862. DOI: 10.1016/j.ympev.2006.09.008.

Van Eenennaam J.P., Linares-Casenave J., Doroshov S.I. Tank spawning of first generation domestic green sturgeon // J. Appl. Ichthyol. — 2012. — Vol. 28, Iss. 4. — P. 505–511. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2012.02012.x.

Van Eenennaam J.P., Linares-Casenave J., Muguet J.-B., Doroshov S.I. Induced spawning, artificial fertilization, and egg incubation techniques for green sturgeon // North Am. J. Aquacult. — 2008. — Vol. 70, Iss. 4. — P. 434–445. DOI: 10.1577/A07-073.1.

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P., Shedko S.V., Novomodny G.V. The validation of specific status of the Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae) in the light of recent genetic and morphological data // J. Ichthyol. — 2009. — Vol. 49, № 10. — P. 868–873. DOI: 10.1134/S003294520910004X.

Zhuang P., Kynard B., Zhang L. et al. Comparative ontogenetic behavior and migration of kaluga, *Huso dauricus*, and Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii*, from the Amur River // Environ. Biol. Fish. — 2003. — Vol. 66, Iss. 1. — P. 37–48. DOI: 10.1023/A:1023224501116.

References

Artyukhin, E.N., Osetrovyye: ekologiya, geograficheskoye rasprostraneniye i filogeniya (Sturgeon: ecology, geographical distribution and phylogeny), St. Petersburg: S.-Peterb. Gos. Univ., 2008.

Artyukhin, E.N. and Andronov, A.E., Morphobiological sketch of the green sturgeon *Acipenser medirostris* (Chondrostei, Acipenseridae) from the Tumnin River (Datta) and some aspects of ecology and zoogeography of sturgeons, *Zool. Zh.*, 1990, vol. 69, no. 12, pp. 81–91.

Berg, L.S., *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran* (Fish of Freshwaters of the USSR and Adjacent Countries), Leningrad: Akad. Nauk SSSR, 1948, 4th ed., part 1. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to Fauna of the USSR), Leningrad: Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 27.]

Berg, L.S., *Fauna Rossii i sopredel'nykh stran. Ryby (Marsipobranchii i Pisces)* (Fauna of Russia and neighboring countries. Fish (Marsipobranchii and Pisces)), St. Petersburg: *Tip. Imp. Akad. Nauk*, 1911, vol. 1.

Berg, L.S., Summer and winter races in anadromous fishes, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Otd. Mat. Estestv. Nauk*, 1934, vol. 5, pp. 711–732.

Vasil'ev, V.P., Vasil'eva, E.D., Shedko, S.V., and Novomodny, G.V., Karyotypes of the kaluga *Huso dauricus* and Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae, Pisces), in *Bioraznoobraznye*

i dinamika genofondov. Podprogramma II “Dinamika genofondov”: mat-ly otchet. konf. (Materials Report. Conf. “Biodiversity and dynamics of gene pools. Subprogram II “Dynamics of gene pools”), Moscow, 2008. — С. 19–21.

Velichko, A.A., Laukhin, S.A., Nechaev, V.P., Grichuk, V.P., Borisova, O.K., Volkova, V.S., and Svetlitskaya, T.V., Changes in paleotemperatures in Northern Eurasia in the Cenozoic, *Dokl. Ross. Akad. Nauk*, 1992, vol. 326, no. 4, pp. 688–691.

Vishnyakova, Kh.S., Myuge, N.S., Zelenina, D.A., Mikodina, E.V., Kovaleva, O.A., Madan, G.V., and Egorov, E.E., Cell culture and karyotype of the Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi*, *Biol. membrany*, 2008, vol. 25, no. 6, pp. 420–433.

Gladenkov, A.Yu., When was the Bering Strait first discovered?, *Priroda*, 1999, no. 9, pp. 29–31.

Zolotukhin, S.F., Anadromous fish of the Russian continental coast of the Japan Sea and recent state of their abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 130, pp. 800–818.

Zykov, L.A., *Bioekologicheskie i rybohozyajstvennyye aspekty teorii estestvennoy smertnosti ryb* (Bioecological and fisheries aspects of the theory of natural mortality of fish), Astrahan’: Astrakhan Univ, 2005.

Kafanov, A.I., Cenozoic history of the malacofaunas of the northern Pacific shelf, in *Morskaya biogeografiya (predmet, metody, printsipy rayonirovaniya)* (Marine biogeography (subject, methods, principles of regionalization)), Moscow: Nauka, 1982, pp. 134–176.

Kim, L.N., Commercial fish of the Ussuri Bay (Sea of Japan): composition, biology, current status, importance in fishing, Cand. Sci. (Biol.) Dissertation, Vladivostok: TINRO-tsentr, 2009.

Koshelev, V.N., Amur sturgeon *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869 (distribution, biology, artificial reproduction), *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Moscow: VNIRO, 2010.

Koshelev, V.N., Mikodina, E.V., Mironova, T.N., Presnyakov, A.V., and Novosadov, A.G., New data on the biology and distribution of the Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi*, *Vopr. Ikhtiolog.*, 2012, *Vopr. Ikhtiolog.*, vol. 52, no. 6, pp. 679–688.

Krykhtin, M.L. and Gorbach, E.I., Sturgeon fish of the Far East, in *Ekonomicheskaya zhizn’ Dal’nego Vostoka*, 1994, vol. 1, no. 3, pp. 86–91.

Lindberg, G.U. and Legeza, M.I., *Ryby Yaponskogo morya i sopredel’nykh chastei Okhotskogo i Zheltogo morei* (Fishes of the Sea of Japan and Adjacent Waters of the Sea of Okhotsk and Yellow Sea), Moscow: Nauka, 1965, part 2. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to Fauna of the USSR), Leningrad: Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 84.]

Mikodina, E.V., On the issue of the range and abundance of Sakhalin sturgeon in connection with the choice of places for the introduction of hatchery fry, in *Mater. dokl. 4-y mezhdunar. nauchno-prakt. konf. “Akvakul’tura osetrovyykh ryb: dostizheniya i perspektivy razvitiya”* (Proc. 4th Int. Sci. Pract. Conf. “Aquaculture of sturgeon fishes: achievements and development prospects”), Moscow: VNIRO, 2006, pp. 205–208.

Mikodina, E.V., Khrisanfov, V.E., Presnyakov, A.V., Novosadov, G.A., and Mlynar, E.V., Morphology, distribution, and species status of *Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892, and *Acipenser medirostris* Ayres, 1854 in territorial waters of Russian Far East, *Rybn. Khoz.*, 2012, no. 4, pp. 74–77.

Nazarkin, M.V., Review of fish remains from archaeological sites of Sakhalin Island, *Arkheozoologicheskiye issledovaniya na Sakhaline* (Archeozoological research on Sakhalin), 2012, vol. 1, pp. 43–50.

Nikolsky, G.V., *Ryby bassejna Amura* (Amur basin fish), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1956.

Parpura, I.Z., Comparative morphobiological description of Sakhalin taimen from the waters of northern Primorye, *Biologiya shel’fovykh i prokhodnykh ryb* (Biology of shelf and anadromous fish), Vladivostok: Dal’nevostk. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1990, pp. 39–46.

Pravdin, I.F., *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* (Guide to the Study of Fish (Mainly Freshwater)), 4th ed., Moscow: Pishchevaya Promyshlennost’, 1966.

Probatov, A.N., Materials on the study of Amur sturgeon fishes, *Uchen. zap. Permskogo un-ta*, 1935, vol. 1, no. 1, pp. 33–72.

Soldatov, V.K., A review of studies conducted on the Amur River in 1909–1913; The study of sturgeon Amur, *Materialy k poznaniyu russkogo rybolovstva* (Materials for the knowledge of Russian fisheries), Petrograd: tip. V.F. Kirshbauma (otd-niye), 1915, vol. 3, iss. 12.

Tokranov, A.M., Sakhalin sturgeon (*Acipenser medirostris*), *Internet-entsiklopediya «Severnaya Patsifika»* (Internet encyclopedia «North Pacific»), 2011. <http://www.npacific.ru/np/library/encicl/15/0017.htm>.

Khodorevskaya, R.P., Ruban, G.I., and Pavlov, D.S., *Povedeniye, migratsii, raspredeleniye i zapasy osetrovyykh ryb Volgo-Kaspiyskogo bassejna* (Behavior, migration, distribution and stocks of sturgeon fish in the Volga-Caspian basin), Moscow: KMK, 2007.

Chernyak, A.L., Khrisanfov, E.V., and Shebanin, V.M., Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* (Hilgendorf, 1892) — prospects for the conservation of the species and its introduction into aquaculture, in *Mater. 6-y mezhdunar. nauchno-prakt. konf. po akvariologii "Problemy akvakul'tury"* (Proc. 6th Intern. Sci.-Pract. Conf. "Problems of the aquaculture"), Moscow, 2010, iss. 4, pp. 41–47.

Chekhov, A.P., *Ostrov Sakhalin (iz putevykh zapisok)* (Sakhalin Island (from travel notes)), Moscow: Russkaya mysl', 1895.

Shedko, S.V., Miroshnichenko, I.L., Nemkova, G.A., Shedko, M.B., and Koshelev, V.N., Mitochondrial dna sequence variation, demographic history, and population structure of amur sturgeon *Acipenser schrenckii* Brandt, 1869, *Russ. J. Genet.*, 2015, vol. 51, no. 2, pp. 169–184. doi 10.1134/S102279541502012X

Shilin, N.I. and Krykhtin, M.L., Sakhalin sturgeon *Acipenser medirostris* Ayres, 1854, *Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii (zhivotnyye)* (Red Book of the Russian Federation (animals)), Moscow: Astrel', 2000, pp. 255–256.

Schmidt, P.Yu., *Morskiye promysly ostrova Sakhalina* (Sakhalin Island offshore fisheries), St. Petersburg, 1905.

Shmidt, P.Yu., *Ryby vostochnykh morei Rossiiskoi imperii* (Fishes from the Eastern Seas of the Russian Empire), St. Petersburg: Izd. Imp. Russ. Geogr. O-va, 1904.

Schmidt, P.Yu., *Ryby Okhotskogo morya* (Fishes of the Sea of Okhotsk), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1950.

Yanchenko, I.N., Korostylev, S.G., and Bugaev, V.F., On the occurrence of the great siberian sturgeon *Huso dauricus* (Georgi, 1775) in the coastal waters of the North-Western Kamchatka, in *Mater. 8-y mezhdunar. nauchn. konf., posvyashch. 275-letiyu s nachala Vtoroy Kamchatskoy Ekspeditsii (1732–1733 gg.) "Sokhraneniye bioraznoobraziya Kamchatki i privileyushchikh morey"* (Proc. 8th Intern. Sci. Conf. Commem., 275th anniversary of the beginning of the Second Kamchatka Expedition (1732–1733) "Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters"), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2007, pp. 133–134.

Birstein, V.J., Sturgeons and Paddlefishes Threatened Fishes in Need of Conservation, *Conserv. Biol.*, 1993, vol. 7, no. 4, pp. 773–787. doi 10.1046/j.1523-1739.1993.740773.x

Birstein, V.J., Poletaev, A.I., and Goncharov, B.F., DNA content in Eurasian sturgeon species determined by flow cytometry, *Cytometry*, 1993, vol. 14, no. 4, pp. 377–383. doi 10.1002/cyto.990140406

Hilgendorf, F.M., Neue Stör-Art von Nord-Japan, *Acipenser mikadoi*, *Sitzber. Ges. Naturf. Freunde*, Berlin, 1892, pp. 98–100.

Israel, J.A., Cordes, J.F., Blumberg, M.A., and May, B., Geographic patterns of genetic differentiation among collections of green sturgeon, *North Am. J. Fish. Manag.*, 2004, vol. 24, no. 3, pp. 922–931. doi 10.1577/M03-085.1

Krieger, J., Hett, A.K., Fuerst, P.A., Artyukhin, E., Ludwig, A., The molecular phylogeny of the order Acipenseriformes revisited, *J. Appl. Ichthyol.*, 2008, vol. 24, suppl. 1, pp. 36–45. doi 10.1111/j.1439-0426.2008.01088.x

Kynard, B., Parker, E., and Parker, T., Behavior of early life intervals of Klamath River green sturgeon, *Acipenser medirostris*, with a note on body color, *Environ. Biol. Fish.*, 2005, vol. 72, no. 1, pp. 85–97. doi 10.1007/s10641-004-6584-0

Ludwig, A., Belfiore, N.M., Pitra, C., Svirsky, V., and Jenneckens, I., Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (Acipenser, *Huso* and *Scaphirhynchus*), *Genetics*, 2001, vol. 158, no. 3, pp. 1203–1215.

Matsubara, K., *Fish morphology and hierarchy. Vol. 1–3*, Ishizaki Shoten, Tokyo, 1955.

Moser, M.L., Israel, J.A., Neuman, M., Lindley, S.T., Erickson, D.L., McCovey Jr, B.W., and Klimley, A.P., Biology and life history of Green Sturgeon (*Acipenser medirostris* Ayres, 1854): state of the science, *J. Appl. Ichthyol.*, 2016, vol. 32, suppl. 1, pp. 67–86. doi 10.1111/jai.13238

Myers, G.S., Usage of anadromous, catadromous and allied terms for migratory fishes, *Copeia*, 1949, no. 2, pp. 89–97. doi 10.2307/1438482

Okada, Y., *Fishes of Japan*, Tokyo: Maruzen Co. Ltd., 1955.

Omoto, N., Maebayashi, M., Hara, A., Adachi, S., and Yamauchi, K., Gonadal maturity of wild sturgeons, *Huso dauricus*, *Acipenser mikadoi* and *A. schrenckii* caught near Hokkaido, Japan, *Environ. Biol. Fish.*, 2004, vol. 70, no. 4, pp. 381–391. doi 10.1023/B:EBFI.0000035434.57848.54

Otaki, K., The common sturgeons of Hokkaido, *Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc.*, 1907, vol. 2, pp. 79–84.

Peng, Z., Ludwig, A., Wang, D., Diogo, R., Wei, Q., and He, S., Age and biogeography of major clades in sturgeons and paddlefishes (Pisces: Acipenseriformes), *Mol. Phylogenet. Evol.*, 2007, vol. 42, no. 3, pp. 854–862. doi 10.1016/j.ympev.2006.09.008

Van Eenennaam, J.P., Linares-Casenave, J., and Doroshov, S.I., Tank spawning of first generation domestic green sturgeon, *J. Appl. Ichthyol.*, 2012, vol. 28, no. 4, pp. 505–511. doi 10.1111/j.1439-0426.2012.02012.x

Van Eenennaam, J.P., Linares-Casenave, J., Muguet, J.-B., and Doroshov, S.I., Induced spawning, artificial fertilization, and egg incubation techniques for green sturgeon, *North Am. J. Aquacult.*, 2008, vol. 70, no. 4, pp. 434–445. doi 10.1577/A07-073.1

Vasil'eva, E.D., Vasil'ev, V.P., Shedko, S.V., and Novomodny, G.V., The validation of specific status of the Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae) in the light of recent genetic and morphological data, *J. Ichthyol.*, 2009, vol. 49, no. 10, pp. 868–873. doi 10.1134/S003294520910004X

Zhuang, P., Kynard, B., Zhang, L., Zhang, T., and Cao, W., Comparative ontogenetic behavior and migration of kaluga, *Huso dauricus*, and Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii*, from the Amur River, *Environ. Biol. Fish.*, 2003, vol. 66, no. 1, pp. 37–48. doi 10.1023/A:1023224501116

Krasnaya kniga RF. Prikaz Ministerstva prirodnikh resursov i ekologii RF ot 24.03.2020 g. № 162 «Ob utverzhdenii Perechnya ob'yektov zhivotnogo mira, zanesennykh v Kras-nuyu knigu Rossiyskoy Federatsii» (Red Book of the Russian Federation. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated March 24, 2020 № 162 “On approval of the List of wildlife objects included in the Red Book of the Russian Federation”).

Krasnaya kniga Khabarovskogo kraya. Postanovleniye pravitel'stva Khabarovskogo kraya ot 27 oktyabrya 2006 g. № 163-pr «Ob utverzhdenii perechney ob'yektov rastitel'nogo i zhivotnogo mi-ra, zanesennykh v Krasnuyu knigu Khabarovskogo kraya» (Red Book of the Khabarovsk Territory. Resolution of the Government of the Khabarovsk Territory dated October 27, 2006 № 163-pr “On approval of the lists of flora and fauna objects included in the Red Book of the Khabarovsk Territory”).

Krasnaya kniga Sakhalinskoy oblasti. Postanovleniye Gubernatora Sakhalinskoy oblasti ot 29 maya 2000 g. № 230 «Ob utverzhdenii spiska ob'yektov zhivotnogo mira, zanesennykh v Krasnuyu knigu Sakhalinskoy oblasti» (Red Book of the Sakhalin Region. Resolution of the Governor of the Sakhalin Region of May 29, 2000 № 230 “On approval of the list of wildlife objects included in the Red Book of the Sakhalin Region”).

Krasnaya kniga Primorskogo kraya. Postanovleniye Gubernatora Primorskogo kraya ot 14 maya 2002 g. № 272 «Ob utverzhdenii perechnya ob'yektov rastitel'nogo mira i perechnya ob'yektov zhivotnogo mira, zanesennykh v Krasnuyu knigu Primorskogo kraya» (Red Data Book of Primorsky Krai. Decree of the Governor of the Primorsky Territory dated May 14, 2002 № 272 “On approval of the list of flora and fauna objects included in the Red Book of Primorsky Territory”).

Ramsar Declaration on Global Sturgeon Conservation, *J. Appl. Ichthyol.*, 2006, vol. 22, suppl. 1, pp. 5–11.

Поступила в редакцию 2.06.2020 г.

После доработки 16.07.2020 г.

Принята к публикации 3.12.2020 г.