

Водные биологические ресурсы

Проходные осетровые рыбы Азовского моря в условиях природных и антропогенных трансформаций водной экосистемы

А.В. Мирзоян^{1,2}, В.А. Лужняк², В.Н. Белоусов², М.М. Пятинский², Н.А. Небесихина²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187

² Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») ул. Береговая, 21 в, Ростов-на-Дону, 344002

E-mail: arsenfish@vniro.ru

AuthorID: А.В. Мирзоян — 175403. SPIN-коды: В.А. Лужняк — 5596–4703; В.Н. Белоусов — 4922–9136; М.М. Пятинский — 9500–3502; Н.А. Небесихина — 3608–6240.

Цель работы: оценка состояния популяций проходных видов осетровых рыб Азовского моря, эффективности их воспроизводства и прогноз существования популяций в среднесрочной перспективе до 2030–2040 гг.

Используемые методы: расчёт биомассы и численности популяций азовских осетровых рыб выполнен при помощи метода прямого учёта и модифицированного когортного решения уравнения Баранова. Учёт рыб производился с помощью 18- и 25-метровых донных тралов. Оценка численности молоди осетровых рыб в р. Дон выполнялась 3- и 2-метровыми бимтралами. Использовались молекулярно-генетические методы анализа микросателлитных локусов и секвенирования фрагмента контрольного участка митохондриальной ДНК.

Новизна: представлены материалы о состоянии естественного воспроизводства осетровых рыб в р. Дон после зарегулирования стока, показаны темпы снижения выживаемости поколений русского осетра и севрюги под влиянием ННН-вылова. По результатам исследования генотипов особей русского осетра подтверждены миграции азовских осетровых рыб в Чёрное море, а также и черноморских популяций в Азовское море.

Результаты: представлен анализ динамики и современного состояния популяций проходных осетровых рыб Азовского моря в условиях антропогенного преобразования среды их обитания, утраты естественного воспроизводства и климатически обусловленных колебаний солёности морских вод. Даётся ретроспективный обзор их промыслового использования с середины XIX века по настоящее время. Рассмотрены перспективы восстановления промысловых запасов осетровых рыб.

Практическая значимость: показана возможность восстановления промысловых запасов осетровых рыб в современных условиях, при увеличении количества выпускаемой молоди и повышении эффективности рыбоохранных мероприятий, до уровня более 90 тыс. т и создания индустриальной промысловой популяции осетровых рыб в Азовском море.

Ключевые слова: осетровые, Азовское море, Дон, Кубань, миграции.

Anadromous sturgeon fish of the Azov Sea under conditions of natural and anthropogenic transformations of the water ecosystem

Arsen V. Mirzoyan^{1,2}, Valerii A. Luzhniak², Vladimir N. Belousov², Mikhail M. Piatinskiy², Natalia A. Nebesikhina²

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

² Azov-Black Sea branch of «VNIRO» («AzNIIRKH»), 21a, Beregovaya st., Rostov-on-Don, 344002, Russia

The aim: assessment of the state of populations of anadromous sturgeon in the Sea of Azov, the efficiency of their reproduction and the possibility for the existence of populations in the medium term until 2030–2040.

Methods: the calculation of the biomass and population size of sturgeon in the Sea of Azov was carried out using the direct counting method and a modified cohort solution of the Baranov equation. 18- and 25-meter bottom trawls were used as standard fishing gear. The assessment of the number of juvenile sturgeon in the Don River was carried out with 3- and 2-meter beam-trawls. Molecular genetic methods for the analysis of microsatellite loci and sequencing of a fragment of the control region of mitochondrial DNA were used.

Novelty: materials are presented on natural reproduction of sturgeon in the Don River after flow regulation, and the rate of decline in the survival rate of generations of Russian sturgeon and stellate sturgeon under the influence of illegal fishing is shown. Based on the results of a study of the genotypes of Russian sturgeon individuals, migrations sturgeon from Azov to the Black Sea, as well as Black Sea populations to the Sea of Azov, were confirmed.

Results: an analysis of the dynamics and current state of anadromous sturgeon in the Sea of Azov is presented under the conditions of anthropogenic transformation of their habitat, loss of natural reproduction and climate-related fluctuations in the salinity of the sea waters. A retrospective overview of their commercial use from the mid-19th century to the present is given. The prospects for restoring commercial stocks of sturgeon fish are considered.

Practical significance: the possibility of restoring commercial stocks of sturgeon in modern conditions is shown by increasing the number of released juveniles and increasing the effectiveness of fish conservation measures to a level of more than 90 thousand tons and creating an commercial population of sturgeon in the Sea of Azov.

Keywords: sturgeons, Sea of Azov, Don, Kuban, migration.

ВВЕДЕНИЕ

Во второй половине XX века на долю СССР приходилось свыше 90% мировых запасов и 80% уловов осетровых рыб, при этом Азовское море занимало второе место после Каспийского моря [Мильштейн, 1971]. Вклад Азовского бассейна в мировой вылов составлял более 5%.

Значительные запасы азовских осетровых формировались благодаря высокой обеспеченности обводнения нерестилищ: в Дону — раз каждые 6–10 лет, а в Кубани — практически ежегодно, при, почти полном, отсутствии естественных врагов и благоприятных трофических условиях [Яновский, Демьяненко, 1998].

В Азовском море и впадающих в него крупных реках Дон и Кубань обитало 5 видов осетровых рыб: белуга *Huso huso* (L., 1758), русский осётр *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833, севрюга *A. stellatus* Pallas, 1771, стерлядь *A. ruthenus* L., 1758 и шип *A. nudiventris* Lovetsky, 1828. Из них только русский осётр и севрюга сохраняли своё промысловое значение вплоть до конца XX века. Промысел белуги запрещён, начиная с 1985 г., по причине резкого сокращения её запасов, и в настоящее время этот вид занесён в Красную книгу Российской Федерации. Пресноводная стерлядь, обитающая в крупных реках Азовского бассейна, занесена в региональные Красные книги, а стерлядь в реке Дон также и в Красную книгу Российской Федерации. Исключительно редко отмечавшийся шип промыслового значения никогда не имел.

Зарегулирование стока нерестовых рек — Дона (1952 г.) и Кубани (1973 г.) постепенно привело к практически полной утрате естественного нереста, при этом запасы формировались за счёт искусственного воспроизводства. Эффективная работа рыболовных предприятий в период со второй половины 1970-х до начала 1990-х гг. позволила достигнуть к 1994–1995 гг. уровня запасов русского осетра и севрюги более 90 тыс. т, что соответствовало показателям естественного гидрологического режима Азовского моря и нерестовых рек азовских осетровых рыб — Дона и Кубани.

Затем, в течение 1990–2000-х гг. происходило постоянное снижение количества выпускаемой молоди, что было обусловлено дефицитом заготавливаемых производителей осетровых рыб в условиях резкого сокращения их численности вследствие массового распространения ННН-вылова после распада СССР. В результате общий запас осетровых рыб снизился с 93,9 тыс. т в 1995 г. до 27,4 тыс. т в 2000 г., что повлекло необходимость введения запрета на их промысел [Реков, 2002].

Таким образом, все популяции проходных осетровых рыб, обитающие в настоящее время в бассейне Азовского моря, сохраняются благодаря искусственному воспроизводству и не имеют промыслового статуса. Весь жизненный цикл таких популяций имеет признаки пастбищной аквакультуры, при которой не обеспечивается получение товарной продукции по различным причинам.

В связи с этим, актуальным является детальное изучение состояния популяций, популяционных процессов осетровых рыб, эффективности их воспроизводства и среднесрочной перспективы существования популяций до 2030–2040 гг.

Для реализации поставленной цели исследования выполнены следующие задачи:

1. оценка эффективности мер по искусственному воспроизводству азовских популяций русского осетра и севрюги;
2. изучение перспектив восстановления естественного воспроизводства осетровых рыб;
3. оценка численности и биомассы проходных осетровых рыб Азовского моря в период с 1970 г. по настоящее время;
4. исследование доступности кормовой базы и влияния абиотических условий на состояние популяций осетровых рыб;
5. исследование специфических особенностей нагула и миграций половозрелых особей;
6. оценка воздействия ННН-промысла на популяции осетровых рыб.

В статье использованы материалы комплексных и учётных экспедиций Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), фондовые данные института за период с 1923 по 2023 гг., а также результаты работ предыдущих исследователей [Макаров, 1964, а, б; 1970 а, б, с, d, e; Макаров, Тихонова, 1968; Макаров и др., 1998; 1986; Макаров, Реков, 1997; Реков, Корнеев, 1987; Реков, 1996; 1997; 2000; 2002], опубликованные в открытой научной печати, включая обобщающие работы ранних лет [Недошивин, 1926, 1928; Чугунов, 1927; Костюченко, 1955], статистические материалы за 1925–2000 гг. [Дойников, 1936; 1939; Городничий, 1957; Аверкиев, 1960; Чугунов, Чугунова, 1964; Уловы ..., 1993¹; 1997; 2003; 2020] и др.

Оценка численности и распределения молоди осетровых рыб в р. Дон в период её ската выполнялась мальковыми бимтрами шириной 2 и 3 метра. Район исследований включал р. Дон ниже плотины

¹ Уловы рыб и нерыбных объектов рыбохозяйственными организациями Азовского бассейна и прилегающих участков Чёрного моря (1960–1990 гг.). Статистический сборник 1993 / Ю.И. Зайдинер, Л.В. Попова. СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 172 с.

Цимлянского гидроузла, дельту и восточную часть Таганрогского залива. На каждой учётной станции в р. Дон производились три траления: вдоль правого берега, фарватера русла и левого берега продолжительностью до 15 минут каждое [Ковтун и др., 2005]. Также анализировались уловы речных закидных неводов. Учёт численности личинок русского осетра и севрюги в р. Дон выполнялся при помощи икорной сети ИКС-80. В качестве показателя обилия личинок осетровых рыб рассчитывалась средняя численность личинок на 1000 м³.

Расчёт биомассы и численности популяций осетровых рыб в Азовском море производился при помощи метода прямого учёта [Аксютин, 1968] и модифицированного когортного решения уравнения Баранова [Баранов, 1918; Шибаев, 2015]. При таком подходе выполняется расчёт удельной плотности рыб на единицу площади моря по результатам обловов учётным орудием лова.

Учётные траления в Азовском море выполнялись 18- или 25-метровыми донными тралами конструкции ГосНИОРХ в течении 30 минут со скоростью около 3 узлов или 1,5 м/с [Сечин, 1986]. Благодаря этому на каждой траловой станции обеспечивался непосредственный количественный учёт рыбы на одинаковой единице площади, результаты которого в дальнейшем использовались при расчёте численности и биомассы рыб на всей акватории моря.

С 1970 г. при оценке численности и биомассы осетровых рыб использовались при расчёте площадь непосредственно Азовского моря 30750 км² и Таганрогского залива 5400 км².

Разделение на нерестовую, ювенальную часть популяции и выделение возрастных когорт выполняется на основе возрастной структуры прямого учёта.

Расчёт общей численности выпускаемой молоди с осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ) выполнен на основе статистических данных ФГБУ «Главрыбвод».

Материалом для генетического исследования послужили 38 особей русского осетра, выловленные в северо-восточной части Чёрного моря в период 2019–2023 гг. Выделение ДНК проводили с использованием коммерческого набора реагентов «Экстрэн-2» (ООО «Синтол») из фрагмента плавниковой каймы. Для проведения микросателлитного анализа использованы полиморфные локусы An20, AoxD161, AoxD165, Afug 41, Afug 51 [Zane et al., 2002; Henderson- Arzahola, King, 2002; Welsh et al., 2006], исследование мт-ДНК (D-loop) проводился с использованием праймеров: DL651 и M13AHR3 [Мюге, Барминцева, 2014]. Анализ определения родительских пар проведён в программе ТРА с использованием

базы данных генотипов производителей русского осетра с предприятий Азово-Донского и Азово-Черноморского филиалов ФГБУ «Главрыбвод».

ПРОМЫСЛОВОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСОВ

По данным археологических исследований промысел осетровых рыб в бассейне Азовского моря известен с глубокой древности [Соколов, Цепкин, 1996; Сабодаш, Демьяненко, 2005], при этом их максимальные уловы отмечались в середине XIX века, достигнув 16,0 тыс. т в 1850 г. [Погорелов, 1912]. В 1860–1870-х гг. вылов азовских осетровых рыб составлял 13,0 тыс. т, к 1883 г. снизился до 5,0 тыс. т [Кевдин, 1915], в 1913 г. – не превышал 1,0 тыс. т [Аверкиев, 1941], а к середине 1930-х гг. уловы осетровых увеличились до 6,5–7,3 тыс. т [Троицкий, 1973]. В 1941–1945 гг. в условиях военной обстановки вылов осетровых сокращался до 1,1–1,2 тыс. т, затем в 1952–1953 гг. произошло увеличение до 3,2–3,3 тыс. т, хотя уже к 1956 г. вылов снова снизился до 1,2 тыс. т.

За предшествующий зарегулированию стока р. Дон 25-летний период, совокупный вылов русского осетра, севрюги и белуги в Азовском море составил 71,13 тыс. т, при этом годовые уловы варьировали от 0,8 до 7,27 тыс. т. Наибольший вклад в общий годовой вылов осетровых рыб в Азовском море вносила севрюга, средний годовой улов которой в эти годы составлял 1,773 тыс. т, на втором месте был русский осётр (среднегодовой улов 0,644 тыс. т), наименьшее значение имела белуга (среднегодовой улов 0,483 тыс. т). Наибольшие уловы азовских осетровых традиционно отмечались в районе нерестовых рек (Азово-Кубанский район – 44% и Азово-Донской район – 30%), а в Северо-Азовском и Азово-Крымском районах, где ловили, в основном, рыб на местах нагула, доля улова была примерно равная, чуть более 14% [Воловик и др., 2009].

Начиная с 1958 г., промышленный вылов осетровых рыб в Азовском море стал лимитироваться.

После зарегулирования стока Дона (с 1952 г.) и Кубани (с 1973 г.), из-за утраты значительной части нерестилищ, уловы осетровых рыб находились на невысоком уровне и составляли от 0,527 до 1,431 тыс. т. В 1995 г. вылов осетровых составил 0,790 тыс. т, а к 2000 г. резко снизился до 70 т.

По состоянию на 2000 г. общая численность осетровых рыб в Азовском море составляла менее 6 млн экз., а их общий запас не превышал 27,4 тыс. т, снизившись более чем в 2,7 раза в сравнении с уровнем 1990 г. Поэтому, в 2000 г. промысел азовских осетровых рыб был запрещён в целях предотвращения полного истребления их популяций.

Таким образом, в течении XX века в бассейне Азовского моря произошло падение уловов осетровых рыб более чем в 230 раз, что привело к запрету на их промышленный вылов.

НЕРЕСТОВЫЕ МИГРАЦИИ

При естественном гидрологическом режиме в р. Дон проходил нерест севрюги, осетра и белуги, в р. Кубань — практически исключительно севрюги. На это указывало соотношение различных видов осетровых рыб в промысловых уловах в период, предшествующий зарегулированию стока Дона и Кубани. Так, в Дону преобладала донская севрюга (58% по массе уловов), русский осётр и белуга вылавливались примерно в равном количестве (соответственно 20 и 22% по массе). В р. Кубань улов севрюги составлял более 97% по массе, а русский осётр и белуга давали немногим более чем по 1% [Дойников, 1936].

В р. Дон до зарегулирования стока имелось более 1000 га русловых нерестилищ осетровых рыб, которые размещались более, чем на 1500-километровом участке реки. Основное количество производителей мигрировало на 300–500 км вверх по р. Дон, где располагались их основные нерестилища. Наиболее благоприятные условия для размножения в Дону отмечались в многоводные годы, когда объём речного стока превышал 40 км³/год [Дойников, 1936; Макаров, 1970 d].

Осетровые рыбы, главным образом, кубанская севрюга, заходившие для размножения в р. Кубань мигрировали туда вдоль южных берегов Азовского моря. Производители осетровых поднимались вверх по реке непосредственно до своих нерестилищ, расположенных в 300–450 км от устья. Незначительная часть производителей осетровых, мигрировавших на размножение в р. Кубань, главным образом русский осётр, заходили на нерест и в её левобережный приток — р. Лабу [Дойников, 1936].

ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

На эффективность естественного воспроизводства азовских осетровых рыб могут оказывать влияние множество факторов среды, из которых решающими в Азовском бассейне являются объёмы весеннего стока рек Дон и Кубань, а также доступность нерестилищ для производителей [Корнеев, Баскакова, 1984]. Эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб в реке Дон оказывалась на самом низком уровне при объёме весеннего стока менее 7,5 км³; на среднем — при 7,5–12,5 км³, а наиболее эффективный нерест отмечался только при стоке более 12,5 км³.

В качестве основного критерия оценки уровня естественного воспроизводства осетровых рыб в Дону использовался показатель, характеризующий суммарные уловы бимтралом сеголеток при проведении контрольных обловов в период их основного ската в течение 12 пятидневок. Так, при объёме весеннего стока выше 12,5 км³, средние уловы сеголеток русского осетра в р. Дон составляли 1336 экземпляров, а промысловый возврат таких поколений оценивался на уровне 23,6 тыс. т, при объёме стока 7,5–12,5 км³ уловы осетровой молоди не превышали 392–861 экз., а промысловый возврат 1,2–1,3 тыс. т, соответственно. В маловодные годы при объёме весеннего стока менее 5 км³ естественный нерест осетровых рыб в Дону не отмечался [Корнеев, Баскакова, 1984; Реков, Корнеев, 1987].

Так, многочисленные поколения русского осетра были получены в 1963 и 1979 гг. при объёме весеннего стока 19,1 и 19,6 км³, соответственно. Следует отметить, что для появления многочисленных поколений русского осетра необходимо сочетание определённых условий:

- многоводность р. Дон в весенний период;
- высокая численность производителей;
- участие в нересте самок второго и третьего созреваний.

В результате строительства гидротехнических сооружений в бассейнах Дона, Кубани и других реках Азовского бассейна оказались нарушены пути нерестовых миграций осетровых рыб и кардинально изменен естественный гидрологический режим на нерестилищах.

В результате постройки Цимлянской плотины (1952 г.) в р. Дон было утрачено 100% нерестилищ белуги, около 80% нерестилищ русского осетра и 50% — донской севрюги [Воловик и др., 2009].

После возведения плотины Цимлянского водохранилища, а также создания 3-х низконапорных гидрозлов (Кочетовского, Константиновского и Николаевского), в нижнем Дону оставалось 167,6 га русловых нерестилищ осетровых рыб. Из-за зарегулирования и сезонного перераспределения стока р. Дон, нерест белуги отмечался только в исключительно многоводном 1963 г., при этом на нерестилищах пока ещё сохранялась высокая численность производителей. Нерест донской части популяции севрюги проходил в основном на пойменных нерестилищах р. Дон, и из-за отсутствия весеннего обводнения поймы она постепенно оказалась утраченной.

После зарегулирования стока Дона и Кубани, планировалось, что частично сохранится естественное воспроизводство, на фоне развития искусственно-

го выращивания молоди осетровых на рыбоводных предприятиях.

Однако результаты исследований показали, что в условиях зарегулированного стока р.Дон, естественный нерест севрюги не отмечался после 1966 года, нерест осетра фиксировался в годы высокого половодья. Последний раз личинки русского осетра от естественного нереста в р.Дон были зафиксированы в 1994 году (см. рис. 1).

Сопоставление данных рис. 1 показывает, что объём речного стока для воспроизводства осетровых не всегда был обязательным условием для успешного естественного нереста, так как помимо данного фактора важное значение имеют регулярность весенних паводков и количество производителей на нерестилищах.

Так, в период 1954–1971 гг., когда Кочетовский гидроузел находился на реконструкции и не препятствовал нерестовым миграциям осетровых рыб, сток Дона составлял в среднем $23,9 \text{ км}^3$, что было ниже среднегодовой нормы на $4,0 \text{ км}^3$. Тем не менее, это обеспечивало достаточно высокую проточность в русле реки, а грунты на нерестилищах русского осетра находились в удовлетворительном состоянии. В этот период эффективный нерест осетровых наблюдался достаточно регулярно (1960–1963, 1965, 1966 гг.). Даже в 1972 г., в первом году маловодного периода, естественный нерест в Дону был зафиксирован. Дальнейшее зарегулирование Нижнего Дона тремя низконапорными гидроузлами позволило увеличить рост безвозвратного водопотребления, что

снизило повторяемость лет с нормальной годовой водностью, а искусственное межсезонное выравнивание гидрографа после 1994 г. практически свело к нулю возможность естественного размножения осетровых на Дону.

Естественное воспроизводство севрюги в Кубани сохранялось до конца 1960-х – начала 1970-х гг. Миграция севрюги на свои нерестилища в Кубани, которые располагались в 270–560 км вверх от устья реки, стала крайне затруднительна только после строительства плотины Федоровского гидроузла (140 км от устья) в 1967 г. Практически полностью естественные нерестилища севрюги в Кубани были утрачены в 1973 г., когда была построена плотина Краснодарского гидроузла, и лишь в рукаве Кубани – Протоке оставалось около 17 га русловых нерестилищ [Мусатова, 1973].

В настоящее время необходимые экологические условия для поддержания естественного воспроизводства проходных осетровых рыб в бассейне Азовского моря отсутствуют. Поэтому, искусственное воспроизводство является практически единственным источником формирования их промысловых запасов.

Искусственное воспроизводство осетровых рыб в Азовском бассейне начало осуществляться с 1956 г. на Рогожкинском рыбноводном заводе, расположенном в дельте р. Дон. В последующие годы было построено ещё 7 осетровых рыбноводных заводов: три на нижнем Дону – Аксайско-Донской (1958 г.), Взморье (1966 г.) и Донской осетровый завод (2001 г.), расположенный в 200 км от устья реки, а также четыре

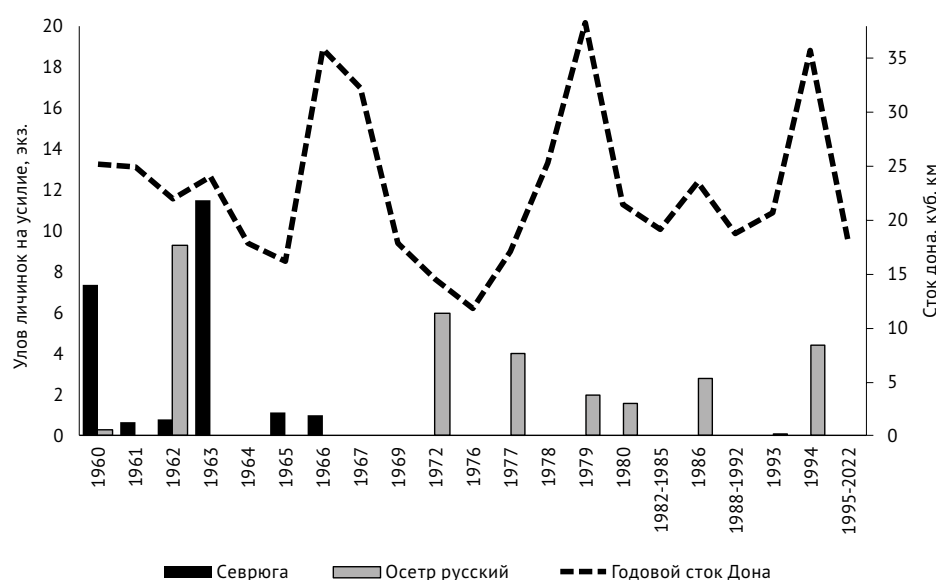


Рис. 1. Уловы личинок русского осетра и севрюги в р.Дон в ходе учётных экспедиций
Fig. 1. Catches of Russian sturgeon and stellate sturgeon larvae in the Don River during survey expeditions

на Кубани – Ачуевский (1965 г.), Темрюкский (1967 г.), Гривенский (1973 г.) и Краснодарский (1974 г.).

Наибольшие количественные показатели искусственного воспроизводства осетровых рыб были достигнуты ко второй половине 1970-х гг. и сохранялись до начала 1990-х гг.. Промышленное воспроизводство осетровых рыб в условиях Азовского моря показало свою высокую эффективность, особенно в формировании промысловых запасов русского осетра.

Подтверждением эффективности мероприятий по промышленному воспроизводству азовской популяции русского осетра служит тот факт, что к 1991–1993 гг. доля рыб искусственных генераций составляла около 95% от его промысловых уловов. В этот период популяция осетра была сформирована, в основном, поколениями 1973–1993 гг., полученными на осетровых рыбоводных заводах, со среднегодовым количеством выпускаемой молоди 14,5 млн особей (рис. 2). При этом доля естественных генераций было весьма незначительна, составляя 5% по численности.

Благодаря эффективной работе рыбоводных предприятий численность азовских осетровых рыб до начала 1990-х гг. постоянно увеличивалась. После распада СССР в 1991 г. рыбная промышленность Азово-Черноморского бассейна прекратила свое существование как единый хозяйственный комплекс, что негативно отразилось и на деятельности рыбноводных предприятий. Единый производственно-технологический процесс по вылову рыбы, её переработке, реализации, а главное – промышленному вос-

производству оказался нарушен. В результате количество выпускаемой в Азовское море молоди осетровых рыб сократилось на 20–25% [Реков, 2000].

К середине 2000-х гг. количество ежегодно выпускаемой молоди осетровых рыб достигло минимального уровня (рис. 2). Это было обусловлено дефицитом заготавливаемых производителей осетровых в связи с сокращением их численности.

В результате запас проходных осетровых рыб Азовского моря, достигнув своего пика в 1994–1995 гг. – 92,8 и 93,9 тыс. т, соответственно, в результате искусственного воспроизводства в период 1978–1985 гг. стал стремительно сокращаться. По результатам учётных съёмок АзНИИРХ в период с 2011 по 2014 гг. численность осетровых рыб в Азовском море сократилась настолько, что они перестали встречаться в учётных уловах (см. табл. 1).

Дефицит производителей стал причиной перехода рыбноводных предприятий от заготовки диких особей к формированию ремонтно-маточных стад. Это позволило в течение 10–15 лет создать полносистемный воспроизводственный процесс «от икры до икры», сформировать на заводах разновозрастные стада производителей, выросших в искусственных условиях, и преодолеть зависимость от колебаний численности естественных популяций осетровых.

Стабилизация количества производителей на рыбноводных предприятиях, а также расширение мощностей Донского осетрового завода (ДОЗ), в связи с введением в строй его второй очереди в 2014 г.,

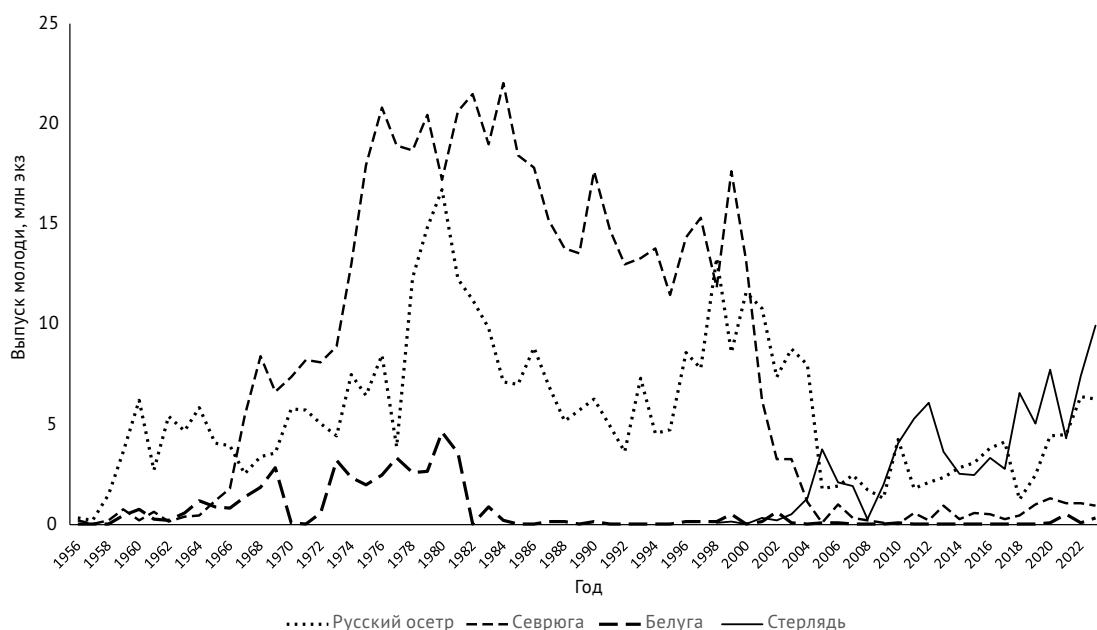


Рис. 2. Динамика искусственного воспроизводства молоди азовских осетровых рыб, млн экз. [Luzhniak, 2022]

Fig. 2. Dynamics of artificial reproduction of juvenile Azov sturgeon fish species, million specimens [Luzhniak, 2022]

Таблица 1. Численность и биомасса проходных осетровых рыб Азовского моря по результатам учётных съёмок АзНИИРХ (среднее за период)

Table 1. Number and biomass of anadromous sturgeon fish species in the Sea of Azov based on the results of stocktaking surveys of the AzNIIRKH (average for the period)

Годы	Белуга		Севрюга		Осетр		Всего	
	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т
1970–1980	0,2	1,4	2,2	10,3	4,2	23,3	6,6	35
1981–1990	0,2	2,0	3,4	11,9	11,3	50,5	14,9	64,4
1991–2000	0	0	2,2	9,2	7,7	51,2	9,9	60,4
2001–2010	0	0	0,2	0,4	1,2	2,7	1,4	3,1
2011–2014	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. Выпуск молоди проходных осетровых рыб в Азовское море российскими рыбоводными предприятиями в 2021–2023 гг., млн экз.

Table 2. Release of juvenile anadromous sturgeon fish species into the Sea of Azov by Russian hatcheries in 2021–2023, million specimens

Вид ВБР	Величина выпуска молоди, млн экз.			
	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год [по состоянию на 01.11.2023]
Осетр русский	4,451	5,706	6,37	6,290
Белуга	0,070	0,509	0,0702	0,343
Севрюга	1,307	1,065	1,062	0,960
ВСЕГО	5,828	7,280	7,502	7,593

позволили остановить сокращение искусственного воспроизводства осетровых. К 2009 году рыбоводные предприятия России в Азовское море выпускали всего 1,8 млн экз. осетра и 0,1 млн экз. севрюги, белугу к этому времени вообще перестали выпускать [Уловы ..., 2020]. Начиная с 2010 г. отмечается постепенное увеличение количества выпускаемой молоди и к 2021–2023 гг. общее количество выпускаемой молоди проходных осетровых в Азовское море достигло 6–7 млн в год (см. табл. 2).

УСЛОВИЯ НАГУЛА И ОБИТАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В АЗОВСКОМ МОРЕ

Для Азовского моря главным экологическим фактором, определяющим его биологическую продуктивность и состояние промысловых запасов большинства видов водных биологических ресурсов, являются показатели солёности его вод, обусловленные колебаниями объёма пресноводного стока, интенсивностью водного обмена с Чёрным морем, и испарения с поверхности.

Литературные данные свидетельствуют о высокой эвригалинности осетровых рыб уже на ранних этапах онтогенеза [Карпевич, 1960; Чусовитина-Краюшкина, 1963; Касимов и др., 1966; Краюшкина, 1967; Беляе-

ва, Болдырев, 1968; Горелов, 1969; Дюбин, 1972 и др.]. При этом, существует не так много работ, посвященных исследованию распределения сеголеток осетровых рыб в Таганрогском заливе Азовского моря [Смирнов, 1961; Баландина, 1977; Аведикова, 1978; Корнеев, Лужняк, 2015]. Авторами установлено, что молодь русского осетра, полученная на рыбоводных предприятиях, выпускалась в дельту р. Дон в конце июня, где солёность не превышала 0,1‰, в августе она уже встречалась в районах с солёностью от 8,0 до 11,0‰, а к осени сеголетки распределялись по всему Таганрогскому заливу и Азовскому морю, вне зависимости от солёности.

Нагульный ареал русского осетра и севрюги даже в период увеличения солёности Азовского моря охватывает всю его акваторию. Эвригалинность русского осетра подтверждается результатами исследований с помощью мечения рыб, проведённых «АзНИИ-ИХ» в 1962–1963 гг. По результатам возврата меток Т.Г. Котельниковой [1964 а, б²] и Е.Г. Бойко было уста-

² Котельникова Т.Г. 1964. Мечение азовских рыб в 1962 г. // Сб. аннотаций работ АзНИИРХ, выполненных по плану исследований 1962 г. Ростов-на-Дону: АзНИИРХ. С. 103–105; Котельникова Т.Г. 1964. Мечение азовских рыб в 1963 г. // Сб. аннотаций работ АзНИИРХ, выполненных в 1963 году. Ростов-на-Дону: АзНИИРХ. С. 78–79.

Таблица 3. Распределение по районам вылова молоди осетровых, помеченных в Таганрогском заливе, 1962–1963 гг. (АМ – Азовское море, ЧМ – Чёрное море)

Table 3. Distribution by area of catch of juvenile sturgeon fish species tagged in Taganrog Bay, in 1962–1963 (AM – Sea of Azov, BS – Black Sea)

Район	Виды рыб							
	Осетр русский		Севрюга		Белуга		ВСЕГО	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Кубанское побережье АМ	31	50,8	13	44,8	13	76,5	57	53,3
Северное побережья АМ	17	27,9	12	41,4	0	0	29	27,1
Крымское побережье АМ	3	4,9	2	6,9	1	5,9	6	5,6
Арабатская стрелка АМ	2	3,3	0	0	0	0	2	1,9
Керченский пролив и ЧМ	8	13,1	2	6,9	3	17,6	13	12,1
ИТОГО	61	100,0	29	100,0	17	100,0	107	100,0

новлено, что до 12% молоди осетра уходит в Керченский пролив и Чёрное море (табл. 3).

Современные генетические исследования также подтверждают активные миграции азовских осетровых рыб в Чёрное море, а также и черноморских популяций в Азовское море.

При идентификации неполовозрелых особей русского осетра из северо-восточной части Чёрного моря определить происхождение удалось у 31,6% рыб. Из них 26% были выпущены с Донского осетрового рыбобоводного завода (ДОЗ) и по 2,6% с Гривенского ОРЗ и Темрюкского ОРЗ.

В 2006 г. у самки русского осетра из дельты р. Днепр был выявлен митохондриальный гаплотип GUE_Hap144 [Отчет АзНИИРХ, 2019³]. Рыб с таким гаплотипом у особей из диких популяций в бассейне Азовского моря и производителей из ремонтно-маточных стад азовских заводов отмечено не было, поэтому данный митохондриальный гаплотип был отнесён к черноморской популяции. Однако в 2021 и 2023 гг. в Азовском море выловлены 2 неполовозрелых самца русского осетра, у которых выявлен гаплотип GUE_Hap144, что может являться подтверждением нагульных миграций черноморской популяции русского осетра в бассейн Азовского моря.

Данные, представленные на рис. 3 и 4, свидетельствуют, что после зарегулирования стока р. Дон динамика запасов азовских осетровых рыб не была связана с объёмом речного стока и изменениями солёности вод Таганрогского залива и Азовского моря.

Для проверки зависимости динамики запаса осетровых рыб от динамики солёности Азовского моря и величины пресного стока выполнен непараметрический тест Манна-Уитни [Wilcoxon, 1945; Mann, Whitney, 1947]. Выбор в пользу непараметрического теста обусловлен наличием значимых отклонений от нормального закона распределений рядов оценок биомассы запаса русского осетра и севрюги по результатам теста Шапиро-Уилка [Shapiro, Wilk, 1965], что не позволяет применять параметрические методы тестирования гипотез. Тест Манна-Уитни позволил сравнить срединные показатели различных абиотических факторов среды при разных состояниях биомассы запаса осетровых видов рыб.

При выполнении теста Манна-Уитни признак биомассы запаса осетровых рыб был переведён на ранговую шкалу (группы) «высокого» и «низкого» уровня запаса относительно ранее вычисленных ориентиров управления: целевой ориентир уровня биомассы половозрелого запаса (B_{tr}), составивший 10,0 тыс. т для русского осетра, и этот же ориентир для севрюги – 6,0 тыс. т [Булгакова и др., 2022]. При выполнении теста проверялись нулевая гипотеза об отсутствии доказательств значимых различий между группами (принимается при $p\text{-value} > \alpha = 0,05$) и альтернативная гипотеза – доказанность различий между группами (принимается при $p\text{-value} < \alpha = 0,05$), где $p\text{-value}$ – вероятность принятия/отклонения нулевой гипотезы относительно уровня значимости α .

Результаты выполнения теста не выявили значимых различий между состоянием запасов осетровых видов рыб, показателем солёности и объёмом пресного стока после зарегулирования нерестовых рек (см. табл. 4).

Таким образом, в условиях зарегулированного стока нерестовых рек и отсутствия условий для

³ Отчёт о научно-исследовательской работе в рамках исполнения государственного задания № 076–00005–19–00 на 2019 г. (итоговый отчёт) / Азово-Черноморский филиал ФГБУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»). – Ростов н/Д, 2019. – С. 163–165. – Инв. номер: 9141-р.

А.В. МИРЗОЯН, В.А. ЛУЖНЯК, В.Н. БЕЛОУСОВ, М.М. ПЯТИНСКИЙ, Н.А. НЕБЕСИХИНА
ПРОХОДНЫЕ ОСЕТРОВЫЕ РЫБЫ АЗОВСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ
ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

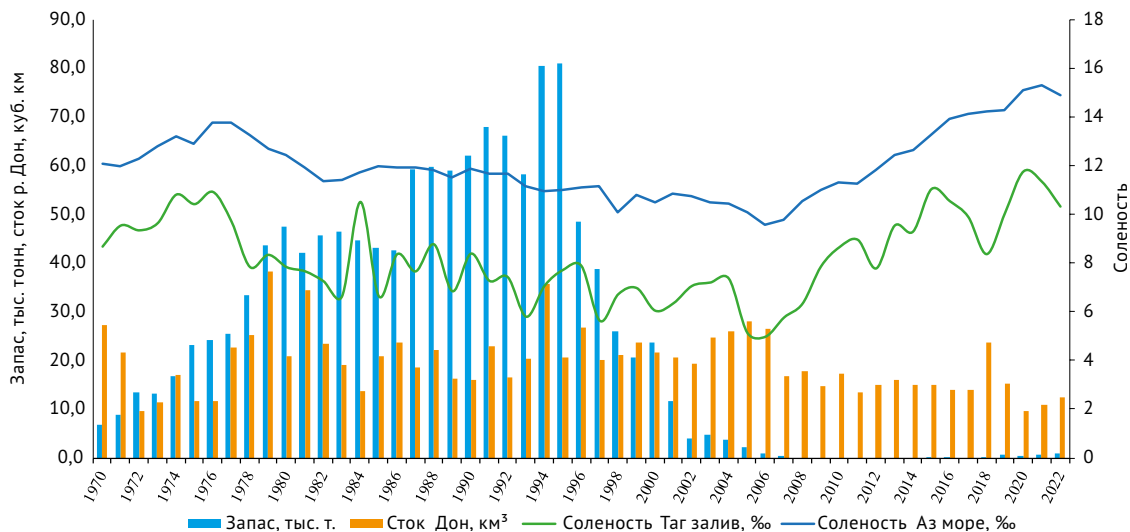


Рис. 3. Динамика запасов русского осетра и гидрологических условий в Азовском море и Таганрогском заливе в период 1970–2022 гг.

Fig. 3. Dynamics of Russian sturgeon stocks and hydrological conditions in the Sea of Azov and Taganrog Bay in the period 1970–2022

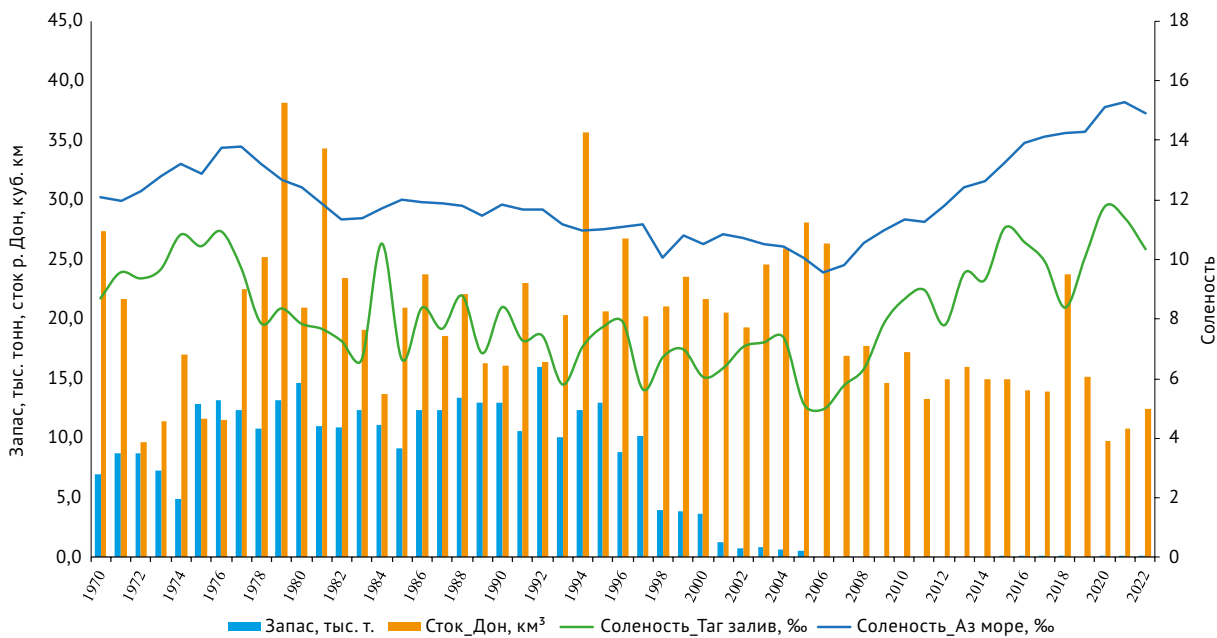


Рис. 4. Динамика запасов себрюги и гидрологических условий в Азовском море и Таганрогском заливе в период 1970–2022 гг.

Fig. 4. Dynamics of stellate sturgeon stocks and hydrological conditions in the Sea of Azov and Taganrog Bay in the period 1970–2022

Таблица 4. Результаты тестирования гипотез о наличии связи между абиотическими параметрами среды и биомассой осетровых видов рыб в период 1960–2022 гг. при помощи теста Манна-Уитни

Table 4. Results of testing hypotheses about the relationship between abiotic environmental parameters and the biomass of sturgeon fish species in 1960–2022, using the Mann-Whitney test

Вид / Показатель p-value теста	Годовой сток р. Дон, куб. км	Солёность вод Азовского моря	Солёность вод Таганрогского залива
Русский осётр	p-value = 0,22, связь не доказана	p-value = 0,63, связь не доказана	p-value = 0,12, связь не доказана
Себрюга	p-value = 0,12, связь не доказана	p-value = 0,40, связь не доказана	p-value = 0,80, связь не доказана

естественного воспроизводства состояние популяций азовских осетровых рыб напрямую зависит от эффективности искусственного воспроизводства.

Ещё одним фактором, регулирующим уровень запаса азовских осетровых рыб в условиях утраты их естественного воспроизводства, стал незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел (ННН-промысел). Так, ближе к 2000-м гг. выживаемость поколений севрюги и русского осетра промысловых размеров сократилась практически до нуля (см. рис. 5 и 6).

При расчётах выживаемости каждого из поколений осетровых рыб от одного года к другому использовались оценки их фактической численности, полу-

ченные в учётных траловых съёмках. Например, для севрюги учётная по результатам траловых съёмок в конкретный год численность поколения в 5-летнем возрасте принималась за 100%, а полученные в последующие годы оценки численности этого поколения соотносились с исходной численностью в возрасте 5 лет, что позволяло определить процент выживаемости этого поколения в последующих возрастах. Для нивелирования разброса материалов прямого учёта данные по выживаемости поколений севрюги в рассматриваемый период усреднялись по 5-леткам. Аналогичным образом была рассчитана выживаемость поколений русского осетра, начиная с 10-летнего возраста.

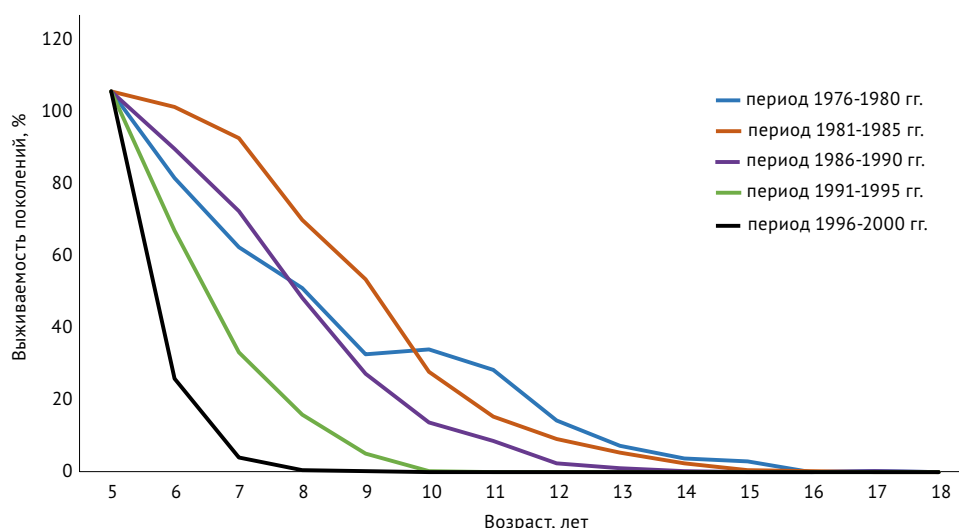


Рис. 5. Динамика выживаемости поколений севрюги, начиная с 5-летнего возраста, в Азовском море в период 1976–2000 гг.

Fig. 5. Dynamics of the survival rate of stellate sturgeon generations, starting from 5 years of age, in the Sea of Azov in the period 1976–2000

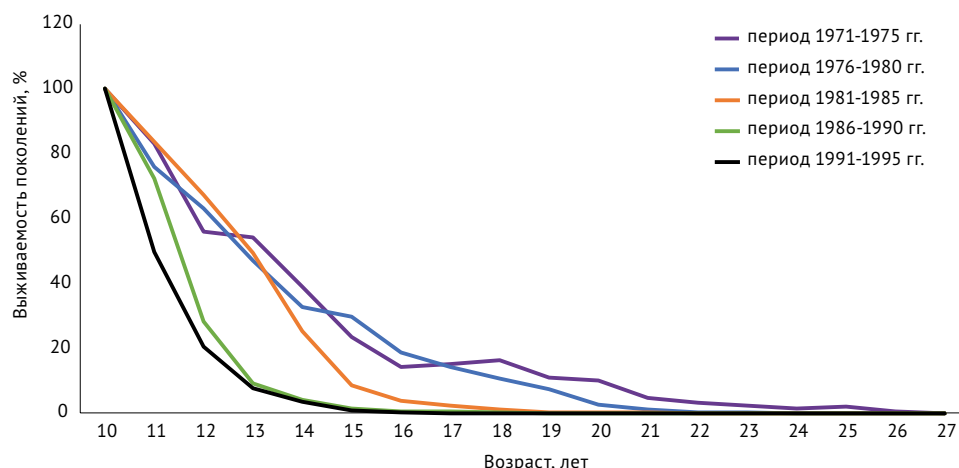


Рис. 6. Динамика выживаемости поколений русского осетра, начиная с 10-летнего возраста, в Азовском море в период 1971–1995 гг.

Fig. 6. Dynamics of survival of Russian sturgeon generations, starting from 10 years of age, in the Azov Sea in the period 1971–1995

Следует отметить, что в эти годы массовой гибели осетровых отмечено не было, официальный промысел резко сокращался, следовательно, рост убыли может быть объяснён только ННН-промыслом.

Согласно расчётам специалистов «АзНИИРХ», убыль популяции русского осетра за период 1991–1999 гг. вследствие его незаконного вылова составила почти 60 тыс. т, севрюги — более 12 тыс. т. Эти показатели превышали легальный вылов осетра более чем в 30 раз, севрюги — в 10 раз. Вследствие стремительного роста ННН-промысла осетровых рыб в Азовском море, общая численность популяций русского осетра и севрюги с 1996 г. к 2001 г. сократилась почти в 4 раза. Промысловая численность русского осетра за эти годы сократилась в 31 раз, а севрюги — в 12 раз, соответственно, численность нерестовых частей популяций — в 42 и 54 раза, т. е. до 8 и 3 тыс. особей [Рекон, 2002]. Это послужило основанием для установления запрета промысла.

ДИНАМИКА ЗАПАСОВ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ АЗОВСКИХ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Утрата естественного воспроизводства, резкий рост ННН-промысла, износ мощностей рыболовных предприятий и, как следствие, сокращение искусственного воспроизводства до малозначимых величин, стали причиной практически полной потери запасов русского осетра и севрюги в Азовском море к 2011 г. (см. рис. 7).

В 2014 г. создались условия для снижения давления на формирование запасов осетровых указанного

комплекса негативных факторов. Во-первых, после вхождения Республики Крым и города федерального значения Севастополь в состав Российской Федерации большая часть акватории Азовского моря перешла под контроль российских рыбоохранных структур, что значительно сократило воздействие ННН-вылова. Во-вторых, реконструкция Донского осетрового завода и усиление контроля над выполнением компенсационных мероприятий хозяйствующими субъектами позволило увеличить объём выпуска молоди осетровых.

Как следствие, за период с 2014 по 2023 гг. запас русского осетра вырос практически с нуля до уровня 2000 т (см. табл. 5), при этом сформировалась многовозрастная структура популяции. Размеры учётных особей русского осетра увеличились до 115 см. С 2019 г. наблюдается расширение возрастной структуры популяции, при проведении учётных съёмок и мониторинге прибрежного промысла стали отмечаться особи старше 10 лет. Тем не менее, популяция по-прежнему представлена в основном младшевозрастными особями, рыбы до 5-летнего возраста по численности составляют 81%. Русский осётр промысловых размеров (особи длиной более 90 см) отмечается в центральной части Азовского моря, непромысловых — по всему морю, преимущественно в южной части.

В настоящее время методически достоверно оценить величину запаса и численность севрюги не представляется возможным в связи с тем, что в учётных уловах она отмечается единично и представлена только неполовозрелыми особями. Вместе с тем, результа-

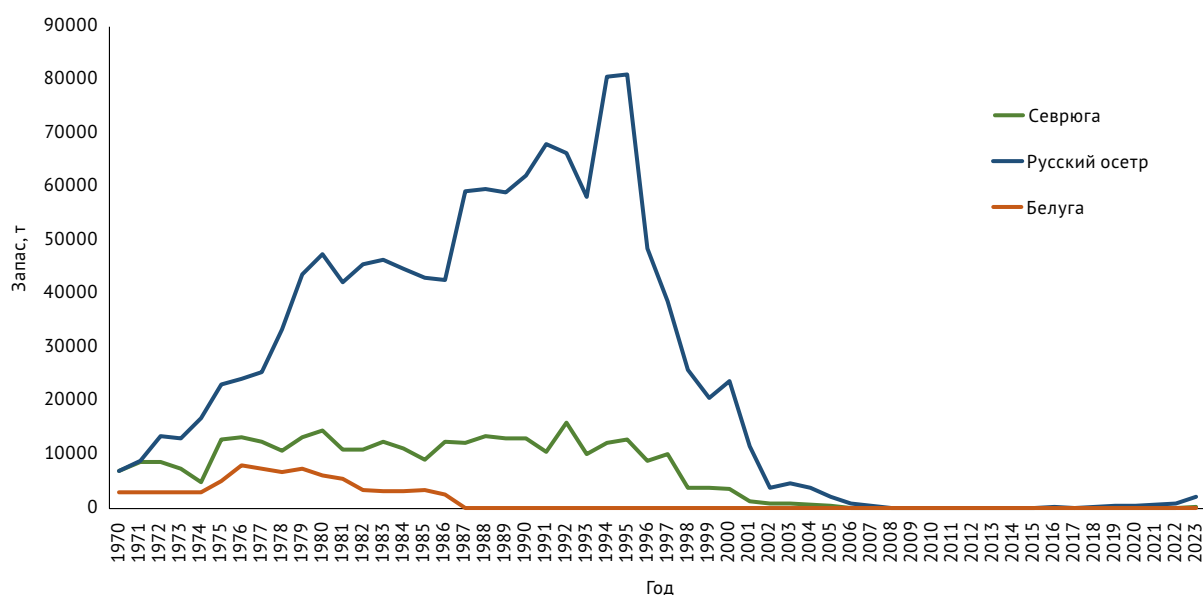


Рис. 7. Динамика запасов осетровых рыб в Азовском море, т [Luzhniak, 2022]

Fig. 7. Dynamics of sturgeon stocks in the Sea of Azov, tons [Luzhniak, 2022]

Таблица 5. Запас осетровых рыб Азовского моря в 2014–2023 гг., по материалам учётных траловых съёмок, т

Table 5. Stock of sturgeon in the Azov Sea in 2014–2023, based on materials from trawl surveys, tons

Год	Севрюга	Осетр
2014	0	0
2015	2	42
2016	17	271
2017	77	–*
2018	100	261
2019	0	562
2020	28	493
2021	20*	55*
2022	23	998
2023	168	2085

Примечание: * – результаты выполнения учёта недостоверны.

ты мониторинга промысла ставными неводами при добыче пиленгаса в осенний период 2022 г. показал, что в прибрежных районах Азовского моря, не облавливаемом в ходе учётных съёмок, находится значительное количество севрюги, длиной от 10 до 90 см (по Смитту).

Таким образом, приведённые данные позволяют утверждать, что в современных условиях в случае увеличения объёмов выпуска молоди осетровых рыб и повышения эффективности рыбоохранных мероприятий, возможно повторить положительный результат периода 1970-х – начала 1990-х гг. по созданию индустриальной промысловой популяции осетровых рыб в Азовском море.

Что же касается современной численности популяции азовской белуги, то, несмотря на запрет вылова с 1985 г. и включение этого вида в Красную книгу Российской Федерации и Украины, она сократилась настолько, что методы прямого учёта не позволяют её оценить. Оценку численности популяции белуги в Азовском море удалось последний раз выполнить в 1987 г., при этом общая численность составила 198 тыс. особей [Макаров, Грибанова, 1999].

Рассматривая перспективу состояния популяций осетровых рыб до 2030–2040 гг. следует ожидать сохранения тенденции постепенного восстановления численности осетровых рыб Азовского моря. Постепенное увеличение численности осетровых рыб произойдёт в результате увеличения количества выпускаемой молоди рыбоводными предприятиями в 2021–2023 гг. (и в последующие годы) и в результате установления полного контроля Российской Федерации над всей акваторией Азовского моря.

Современный статус азовских популяций русского осетра и севрюги свидетельствует о полной утрате

возможности их самостоятельного воспроизводства, а динамика их численности определяется результативностью искусственного воспроизводства, а также интенсивностью ННН-промысла. В таких условиях азовские осетровые рыбы фактически имеют признаки индустриальных искусственных популяций, где в качестве акватории нагула и зимовки выступает всё Азовское море.

Ранее для русского осетра был разработан прогноз восстановления его запасов при различных уровнях искусственного воспроизводства и ННН-промысла с использованием популяционной модели DAP (depleted artificial population model) [Булгакова и др., 2022].

При условии сохранения ННН-промысла русского осетра в пределах 10% от биомассы запаса на начало года и ежегодном выпуске молоди рыбоводными предприятиями на среднемноголетнем уровне 3 млн особей, прогнозируется восстановление биомассы половозрелого запаса до целевого уровня в 10 тыс. т к 2048 г., а при выпуске молоди на уровне 5 млн экз. – уже к 2037 г. Так же был рассмотрен и наиболее оптимистичный сценарий, при котором, в случае более строгого и эффективного контроля ННН-промысла и наращивания мощностей рыбоводных предприятий возможно восстановление запасов русского осетра к целевому уровню уже к 2028 г.

В отношении севрюги попытка применения популяционной модели DAP для прогнозирования запасов показала, что при текущем среднемноголетнем уровне выпуска молоди с рыбоводных заводов восстановление популяции до целевого уровня промыслового запаса в 10 тыс. т невозможно. Наиболее благоприятным для восстановления популяции севрюги является сценарий, при котором ежегодный выпуск молоди должен составлять не менее 10 млн шт. При таком уровне выпуска в случае сохранения объёмов ННН-добычи на уровне среднемноголетних за последние годы (10% от запаса на начало года) возможно восстановление биомассы половозрелого стада до целевого уровня 10 тыс. т уже в 2047 г. с дальнейшим трендом к увеличению (до 11211 т в 2050 г.), в случае полного (или практически полного) прекращения ННН-добычи – восстановление популяции к 2041 г., в случае нарастания объёмов ННН-добычи восстановления популяции не предвидится (5465 т в 2050 г. с дальнейшим трендом к росту).

ВЫВОДЫ

1. В связи с зарегулированием нерестовых рек, ростом безвозвратного изъятия водных ресурсов, снижением водности и межсезонным выравниванием гидрографа Дона, эффективного естественного

воспроизводства осетровых рыб с 1995 по 2023 гг. не отмечалось.

2. После гидростроительства на нерестовых рр. Дон и Кубань показатели запасов осетровых рыб в Азовском море не имеют достоверной связи с динамикой объёмов годового стока этих рек и колебаниями солёности вод Азовского моря.

3. На протяжении продолжающегося с 2000 г. запрета промысла азовских осетровых рыб условия их обитания в Азовском море являются благоприятными. Повышение солёности не оказывает существенного влияния на состояние популяций.

4. Современные генетические исследования подтвердили наличие нагульных миграций азовских осетровых рыб в Чёрное море, а также позволили установить факт миграций черноморской популяции русского осетра в Азовское море. Этому способствует повышение солёности вод Азовского моря до 15 ‰ и, соответственно, сокращение градиента солёности между Чёрным и Азовским морями.

5. Увеличение искусственного воспроизводства осетровых, начиная с 2020 г., до уровня 6–7,5 млн экз. в год и повышение эффективности рыбоохранных мероприятий, в связи с переходом большей части акватории Азовского моря под юрисдикцию Российской Федерации в 2014 г., позволило увеличить общий запас русского осетра до уровня 2000 т, а также вывести запас севрюги до уровня встречаемости в учётных траловых съёмках и в приловах при осуществлении прибрежного промысла ставными неводами.

6. В настоящее время из двух определяющих формирование запасов осетровых рыб факторов — масштабов искусственного воспроизводства и величины изъятия, главным остаётся их ННН-промысел. При обеспечении надёжной охраны водных биологических ресурсов имеются перспективы восстановления запасов русского осетра и севрюги в течение ближайших 15–20 лет за счёт увеличения объёмов искусственного воспроизводства. Возможность формирования значительных промысловых запасов осетровых рыб в Азовском море на базе искусственного воспроизводства была доказана на примере русского осетра и севрюги в период 1960–1990-х гг.

7. Восстановление статуса Азовского моря как внутреннего моря России, при условии увеличения искусственного воспроизводства осетровых и повышения эффективности рыбоохранных мероприятий, создаёт предпосылки для формирования промысловой индустриальной популяции.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы при планировании и выполнении полевых и экспериментальных работ соблюдены.

Финансирование

Исследование проводилось в соответствии с Государственной работой Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») и Центрального Института ФГБНУ «ВНИРО».

ЛИТЕРАТУРА

- Аведикова Т.М. 1978. Миграции, рост и численность сеголетков белуги в Азовском море // Труды ВНИРО. Т. 131. С. 70–82.
- Аверкиев Ф.В. 1941. Современное состояние рыбной промышленности Азово-Черноморского бассейна // Тр. Работы Доно-Кубанской научной рыбохозяйственной станции. Вып. 8. 63 с.
- Аверкиев Ф.В. 1960. Сборник статистических сведений об уловах рыб и нерыбных объектов в Азово-Черноморском бассейне за 1927–1959 гг. // Труды АзНИИРХ. Ростов-на-Дону. 75 с.
- Аксютин А.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-ть. 288 с.
- Баландина Л.Г. 1977. Биологическое обоснование промысла судака и осетровых в Азовском море с учётом изменений их запаса и условий обитания. Автореф. дисс... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 24 с.
- Баранов Ф.И. 1918. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. Отдела рыбоводства и научно-промысл. исслед. Т. 1. Вып. 2. С. 84–128.
- Беляева В.Н., Болдырев И.И. 1968. Выживаемость осетровых на ранних стадиях развития в условиях различной солёности // Биологическое обоснование и принципы размещения заводской молоди осетровых в водоёмах. Астрахань: ЦНИОРХ, Волга. С. 151–162.
- Булгакова Т.И., Кульба С.Н., Пятинский М.М. 2022. Моделирование сценариев восстановления запаса русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Азовского моря при отсутствии естественного воспроизводства // Вопросы ихтиологии. Т. 62. № 2. С. 198–208. DOI:10.31857/S0042875222020047
- Воловик Г.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. 2009. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления. Новочеркасск: СевКавНИИВХ. 301 с.
- Горелов В.К. 1969. Влияние морской воды разной солёности на осмотическое давление крови и выживаемость гибрида белуга × стерлядь // Мат. сессии ЦНИОРХ, Астрахань, посвященной 100-летию осетроводства. Тез. докл. Астрахань. С. 48–50.
- Городничий А.Е. 1957. Состояние промысла осетровых рыб Азовского моря и пути их естественного воспроизводства // Рыбное хозяйство. № 7. С. 56–60.
- Дюбин В.П. 1972. Эвригалинность молоди севрюги на ранних этапах онтогенеза // Тез. отчётной сессии ЦНИОРХ. Астрахань. С. 50–51.

- Дойников К.Г. 1936. Материалы по биологии и оценке запасов осетровых рыб Азовского моря // Работы Доно-Кубанской научной рыбохозяйственной станции. Вып. 4. С. 3–213.
- Дойников К.Г. 1939. Улучшить регулирование Азовского краснотельца // Рыбное хозяйство. № 11. С. 20–21.
- Карпевич А.Ф. 1960. Влияние изменяющегося стока рек и режима Азовского моря на его промысловую и кормовую фауну // Тр. АЗНИИРХ. Т. 1, вып. 1. С. 3–113.
- Касимов Р.Ю., Абрамов Б.Н., Кязимов И.Б. 1966. Влияние воды разной солености на выживание и рост курунских осетровых на ранних стадиях развития // Труды Азербайджанского отделения ЦНИОРХ. Т. 4. № 2. С. 91–95.
- Ковтун И.Ф., Корнеев А.А., Сыроватка Н.И. 2005. Методы оценки эффективности воспроизводства промысловых рыб в Азово-Донском районе // Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне. Краснодар: Просвещение-Юг. С. 123–129.
- Козлитина С.В., Воловик С.П., Дубинина В.Г., Нечепуренко И.Г., Воловик Г.С. 1998. Моделирование требований рыбного хозяйства к водному режиму р. Дон. // Основн. проблемы рыбн. хоз-ва и охраны рыбохозяйств. водоёмов Азово-Черноморск. бассейна. Сб. научн. тр. АЗНИИРХ. (1996–1997 гг.). Ростов-на-Дону: АЗНИИРХ. С. 357–371.
- Корнеев А.А., Баскакова Т.Е. 1984. Результаты размножения осетра в условиях зарегулирования стока Дона // Воспроизводство рыбных запасов Каспийского и Азовского морей. М.: ВНИРО. С. 54–62.
- Корнеев А.А., Ковтун И.Ф., Сыроватка Н.И. 2004. Современное состояние естественного воспроизводства проходных и полупроходных рыб в Азово-Донском районе // Тез. докл. межд. науч. конф. «Проблемы естественного и искусственного воспроизводства рыб в морских и пресноводных водоёмах». Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР». С. 70.
- Корнеев А.А., Лужняк В.А. 2015. Особенности экологии молоди русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseridae, Acipenseriformes) в период адаптации и нагула в Таганрогском заливе // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. № 21. СПб. С. 5–25.
- Коробочкина З.С. 1964. Развитие и современное состояние промысла осетровых в Азовском море // Труды ВНИРО. Т. 54. С. 175–202.
- Костюченко В.А. 1955. Биология и состояние промысла осетровых рыб Азовского моря перед зарегулированием стока рек // Труды ВНИРО. Т. 31. Вып. 2. С. 174–187.
- Краюшкина Л.С. 1967. Развитие эвригалинности на ранних этапах онтогенеза у осетра различных видов и экологических форм // Труды ЦНИОРХ. Т. 1. С. 181.
- Лужняк В.А., Корнеев А.А. 2006. Современная ихтиофауна бассейна Нижнего Дона в условиях антропогенного преобразования стока // Вопросы ихтиологии. Т. 46. № 4. С. 503–511.
- Макаров Э.В. 1964 а. Воспроизводство азовских осетровых и современное состояние их запаса // Труды ВНИРО. Т. 54. Сб. 2. С. 203–210.
- Макаров Э.В. 1964 б. Оценка выживания осетровой молоди, выращиваемой донскими рыбодонными заводами // Труды ВНИРО. Т. 56. Сб. 3. С. 141–170.
- Макаров Э.В. 1970 а. К оценке естественной смертности азовских осетровых // Труды ЦНИОРХ. Т. 2. С. 90–94.
- Макаров Э.В. 1970 б. О структуре нерестовой популяции азовских осетровых // Труды ЦНИОРХ. Т. 2. С. 86–90.
- Макаров Э.В. 1970 с. Динамика и структура стада азовских осетровых. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 32 с.
- Макаров Э.В. 1970 д. Оценка динамики и структуры стада азовских осетровых // Труды ВНИРО. Т. 71. С. 96–155.
- Макаров Э.В. 1970 е. Новые данные по биологии азовских осетровых // Сб. трудов 3-й научной конференции РГУ. Ростов-на-Дону. С. 37–38.
- Макаров Э.В., Реков Ю.И., Чихачев А.С., Цветненко Ю.Б. 1986. Участие производителей заводского происхождения в формировании нерестовой популяции русского осетра // Рыбное хозяйство. № 9. С. 34–36.
- Макаров Э.В., Реков Ю.И. 1997. Азовские осетровые: настоящее и перспективы // Тез. докл. I конгресса ихтиологов России (Астрахань, сентябрь 1997 г.). М.: ВНИРО. С. 82.
- Макаров Э.В., Баландина Л.Г., Корниенко Г.Г., Реков Ю.И. 1998. Пути развития осетрового хозяйства в бассейне Азовского моря // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону: изд. АЗНИИРХ. С. 192–207.
- Макаров Э.В., Грибанова С.Э. 1999. Пути повышения эффективности естественного размножения осетровых в условиях зарегулированного стока рек // Проблемы географии и экологии. Ростов-на-Дону: РГУ. С. 101–112.
- Макаров Э.В., Тихонова С.В. 1968. О половом созревании азовских осетровых // Рыбное хозяйство. № 5. С. 9–11.
- Макаров Э.В., Реков Ю.И. 2000. Современное состояние популяций осетровых рыб Азовского моря // Осетровые на рубеже XXI века: Тез. докл. Междунар. конф., Астрахань, 11–15 сентября 2000 г. Астрахань: КаспНИРХ. С. 9–10.
- Мильштейн В.В. 1971. Столетие осетроводства // Труды ЦНИОРХ. Т. 3. С. 5–13.
- Мусатова Г.Н. 1973. Осетровые рыбы реки Кубани и их воспроизводство. Краснодар: Книжное изд-во. 112 с.
- Мюге Н.С., Барминцева А.Е. 2014. Методика генотипирования производителей и молоди осетровых видов рыб с целью проведения генетического мониторинга искусственного воспроизводства // Тез. докл. конф. «Actual status and conservation of natural population of sturgeon fish Acipenseridae». Olsztyn, p. 159–165.
- Недошивин А.Я. 1926. Современное состояние Азовского рыболовства // Труды Азовско-Черноморской Научно-Промысловой Экспедиции. Керчь. Вып. 1. С. 65–145.
- Недошивин А.Я. 1928. Материалы по изучению Донского рыболовства // Труды Азовско-Черноморской научно-промысловой экспедиции. Керчь. Вып. 4. С. 25–31.
- Погорелов Я.Н. 1912. О нуждах рыболовства в Азовском море и Керченском проливе // Труды 3-го Всеросс. съезда рыбопромышл. и других деятелей по рыболовству и рыбодовству в С.-Петербурге в 1910 году (Стенографический отчет). Выпуск второй. СПб. С. 287–297.
- Реков Ю.И. 1996. Формирование запаса азовских осетровых рыб и его промысловое использование в современных условиях // Сб. науч. тр. АЗНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азовского бассейна. Ростов-на-Дону: Полиграф. С. 178–180.
- Реков Ю.И. 1997. Оценка нерестовой популяции азовских осетровых рыб как основа прогнозирования величины их запаса и улова // Сб. науч. тр. Основные проблемы рыбного

- хозяйства и охраны водоёмов Азово-Черноморского бассейна (1993–1995 гг.). Ростов-на-Дону: Молот. С. 186–195.
- Реков Ю.И. 2000. Изменения запасов азовских осетровых рыб // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: Сб. научн. тр. АзНИИРХ (1998–1999 гг.). Ростов-на-Дону. С. 84–87.
- Реков Ю.И. 2002. Запасы азовских осетровых рыб: современное состояние и ближайшие перспективы // Основн. пробл. рыбного хоз-ва и охраны рыбохоз. водоёмов Азово-Черноморского басс.: Сб. научн. тр. АзНИИРХ. М.: ВНИРО. С. 265–272.
- Реков Ю.И., Корнеев А.А. 1987. Эффективность воспроизводства и пополнение стад азовских осетровых // Сб. науч. тр. Воспроизводство запасов осетровых рыб в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. М.: ВНИРО. С. 94–101.
- Реков Ю.И., Тихонова Г.А., Чепурная Т.А. 2004. Перспективы восстановления запасов азовских проходных осетровых рыб за счет естественного и искусственного воспроизводства // Тез. докл. междунаро. науч. конф. «Проблемы естественного и искусственного воспроизводства рыб в морских и пресноводных водоемах». Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР». С. 128.
- Сабодаш В.М., Демьяненко К.В. 2005. Состояние и воспроизводство популяций осетровых рыб Азовского бассейна в современный период (обзор) // Гидробиологический журнал. Т. 41. № 6. С. 54–73.
- Сечин Ю.Т. 1986. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах. М.: ВНИИПРХ. 50 с.
- Смирнов А.Н. 1961. Влияние экологических факторов на численность молоди рыб в Таганрогском заливе // Сб. аннотаций работ АзНИИРХа в 1960 г. Ростов-на-Дону. С. 51–53.
- Соколов Л.И., Цепкин Е.А. 1996. Осетровые Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов (исторический обзор) // Вопросы ихтиологии. Т. 36. № 1. С. 15–27.
- Уловы рыб и нерыбных объектов рыбохозяйственными организациями Азово-Черноморского бассейна (1990–1995 гг.). Статистический сборник 1997. / Зайдинер Ю.И., Попова Л.В. ред. Ростов-на-Дону: Изд-во «Молот». 100 с.
- Уловы рыб и нерыбных объектов рыбохозяйственными организациями Азово-Черноморского бассейна (1995–2000 гг.). Статистический сборник. 2003. / Грибанова С.Э., Зайдинер Ю.И., Ландарь Е.А., Попова Л.В., Фильчагина И.Н. ред. Ростов-на-Дону: Эверест-М. 90 с.
- Уловы, запасы и искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов, производство продукции аквакультуры в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (2006–2015 гг.): статистический сборник. 2020. / Белоусов В.Н. ред. Ростов-на-Дону: Мини-тайп, 128 с.
- Троицкий С.К. 1973. Рассказ об азовской и донской рыбе. Ростов-на-Дону: Ростиздат. 192 с.
- Чугунов Н.Л. 1927. О влиянии «запуска» рыболовства на запасы осетровых в Азовском море // Сборник в честь проф. Н.М. Книповича. М. С. 271–288.
- Чугунов Н.Л., Чугунова Н.И. 1964. Сравнительная промыслово-биологическая характеристика осетровых Азовского моря // Труды ВНИРО. Т. 52. С. 87–182.
- Чусовитина-Краюшкина Л.С. 1963. О ранней эвригалинности осетровых и адаптивной функции хлоридсекретирующих клеток в их жабрах // Доклады АН СССР. Т. 151. № 2. С. 441–442.
- Шибяев С.В. 2015. Формальная теория жизни рыб Ф.И. Баранова и её значение в развитии рыбохозяйственной науки // Труды ВНИРО. Т. 157. С. 127–142.
- Яновский Э.Г., Демьяненко К.В. 1998. Перспективы развития осетрового хозяйства в бассейне Азовского моря // Труды ЮрНИРО. Т. 44. С. 40–44.
- Henderson-Arzahola A., King T.L. 2002. Novel microsatellite markers for Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) population delineation and broodstock management // Mol. Ecol. Notes. V.2. P. 437–439.
- Luzhniak V.A. 2022. Population Dynamics of Sturgeon Fish (Acipenseridae, Acipenseriformes) in the Sea of Azov // Journal of Ichthyology. V. 62, No. 7. P. 1404–1418. DOI: 10.1134/S0032945222060157.
- Mann H.B., Whitney D.R. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other // Annals of Mathematical Statistics. V. 18. P. 50–60.
- Shapiro S.S., Wilk M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples) // Biometrika. V. 52. Iss. 3/4. P. 591–611.
- Wilcoxon F. 1945. Individual Comparisons by Ranking Methods. // Biometrics Bulletin 1. P. 80–83.
- Welsh A., May B. 2006. Development and standardization of disomic microsatellite markers for lake sturgeon genetic studies // J. Appl. Ichthyol. V.22. P. 337–344.
- Zane L., Patarnello T., Ludwig et al. 2002. Isolation and characterization of microsatellites in the Adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*) // Mol. Ecol. Notes. V.2. P. 586–588.

REFERENCES

- Avedikova T.M. 1978. Migrations, growth and abundance of underyearlings of beluga in the Sea of Azov // Trudy VNIRO. V. 131. P. 70–82 (In Russ.).
- Averkiev F.V. 1941. Current state of the fishing industry of the Azov-Black Sea basin // Proceedings of the Don-Kuban scientific fish farm stations. V. 8. 63 p. (In Russ.).
- Averkiev F.V. 1960. Collection of statistical information on catches of fish and non-fish objects in the Azov-Black Sea basin for 1927–1959 // Trudy AzNIIRKH. Rostov-on-Don. 75 p. (In Russ.).
- Aksyutina Z.M. 1968. Elements of mathematical evaluation of observational results in biological and fisheries research. Moscow: Food Industry, 288 p. (In Russ.).
- Balandina L.G. 1977. Biological justification for fishing for pikeperch and sturgeon in the Sea of Azov, taking into account changes in their stock and habitat conditions. Ph.D. abstr. in biology. Moscow: VNIRO. 24 p. (In Russ.).
- Baranov F.I. 1918. On the question of the biological foundations of fisheries // Izv. Department of fish farming and scientific fishing. research. V. 1. Iss. 2. P. 84–128. (In Russ.).
- Belyaeva V.N., Boldyrev I.I. 1968. Survival of sturgeon at early stages of development in conditions of different salinity // Biological justification and principles of placement of hatchery juvenile sturgeon in water bodies. Astrakhan: TsNIORKh, Volga. P. 151–162. (In Russ.).
- Bulgakova T.I., Kulba S.N., Pyatinsky M.M. 2022. Modeling scenarios for the restoration of the stock of Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* in the Azov Sea in the absence of natural

- reproduction // Journal of Ichthyology. V. 62. No. 2. P. 198–208. DOI:10.31857/S004287522020047. (In Russ.).
- Volovik G.S., Volovik S.P., Kosolapov A.E. 2009. Water and biological resources of the Lower Don: state and management problems: Novocherkassk: SevKavNII VH. 301 p. (In Russ.).
- Gorelov V.K. 1969. The influence of sea water of different salinity on the osmotic pressure of the blood and the survival rate of the beluga x sterlet hybrid // Materials of the session of the TsNIORKh, dedicated to the 100th anniversary of sturgeon breeding. Abstract. Report. Astrakhan. P. 48–50. (In Russ.).
- Gorodnichy A.E. 1957. The state of the sturgeon fishery in the Sea of Azov and the ways of their natural reproduction // Fisheries. No. 7. P. 56–60. (In Russ.).
- Dubin V.P. 1972. Euryhaline of juvenile stellate sturgeon in the early stages of ontogenesis // Proc. reporting session of TsNIORKh. Astrakhan. P. 50–51. (In Russ.).
- Doynikov K.G. 1936. Materials on the biology and assessment of sturgeon stocks in the Azov Sea // Works of the Don-Kuban Scientific Fishery Station. V. 4. P. 3–213. (In Russ.).
- Doinikov K.G. 1939. Improve the regulation of the Azov sturgeon fishery // Fisheries. No. 11. P. 20–21. (In Russ.).
- Karpevich A.F. 1960. The influence of changing river flows and the regime of the Azov Sea on its commercial and food fauna // Trudy AzNIIRKh. V. 1. Iss. 1. P. 3–113. (In Russ.).
- Kasimov R. Yu., Abramov B.N., Kyazimov I.B. 1966. The influence of water of different salinity on the survival and growth of sturgeon of Kura in the early stages of development // Trudy Azerbaijan Branch of the TsNIORKh. V. 4. No. 2. P. 91–95. (In Russ.).
- Kovtun I.F., Korneev A.A., Syrovatka N.I. 2005. Methods for assessing the efficiency of reproduction of commercial fish in the Azov-Don region // Methods of fishery and environmental research in the Azov-Black Sea basin. Krasnodar: Prosveshcheniye-Yug. P. 123–129. (In Russ.).
- Kozlitina S.V., Volovik S.P., Dubinina V.G. Nechepurenko I.G., Volovik G.S. 1998. Modeling the requirements of fisheries to the water regime of the river. Don. // Basic problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. Proceedings of AzNIIRKH (1996–1997). Rostov-on-Don. P. 357–371. (In Russ.).
- Korneev A.A., Baskakova T.E. 1984. Results of sturgeon reproduction under conditions of regulation of the Don flow // Reproduction of fish stocks of the Caspian and Azov seas. Moscow: VNIRO Publish. P. 54–62. (In Russ.).
- Korneev A.A., Kovtun I.F., Syrovatka N.I. 2004. Current state of natural reproduction of anadromous and semi-anadromous fish in the Azov-Don region // Abstr. of reports intern. scient. conf. «Problems of natural and artificial reproduction of fish in marine and freshwater reservoirs». Rostov-on-Don: TSVVR. P. 70. (In Russ.).
- Korneev A.A., Luzhnyak V.A. 2015. Ecological features of juvenile Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseridae, Acipenseriformes) during the period of adaptation and feeding in the Taganrog Bay // Scientific and technical bulletin of the laboratory of ichthyology INENKO. No. 21. St. Petersburg. P. 5–25. (In Russ.).
- Korobochkina Z.S. 1964. Development and current state of the sturgeon fishery in the Sea of Azov // Trudy VNIRO. V. 54. P. 175–202. (In Russ.).
- Kostyuchenko V.A. 1955. Biology and state of the sturgeon fishery in the Sea of Azov before regulation of river flow // Trudy VNIRO. V. 31. Iss. 2. P. 174–187. (In Russ.).
- Krayushkina L.S. 1967. Development of euryhaline in the early stages of ontogenesis in sturgeon of various species and ecological forms // Trudy TsNIORKh. V. 1. P. 181. (In Russ.).
- Luzhnyak V.A., Korneev A.A. 2006. Modern ichthyofauna of the Lower Don basin in conditions of anthropogenic transformation of runoff // Journal of Ichthyology. V. 46. No. 4. P. 503–511. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1964 a. Reproduction of Azov sturgeons and the current state of their stock // Trudy VNIRO. V. 54. Coll. 2. P. 203–210. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1964 b. Assessment of the survival of sturgeon fry raised by Don fish hatcheries // Trudy VNIRO. V. 56. Coll. 3. P. 141–170. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1970 a. Towards an assessment of the natural mortality of Azov sturgeons // Trudy TsNIORKh. V. 2. P. 90–94. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1970 b. On the structure of the spawning population of Azov sturgeons // Trudy TsNIORKh. V. 2. P. 86–90. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1970 c. Dynamics and structure of the Azov sturgeon herd. Ph.D. abstr. in biology. sci. Moscow: VNIRO. 32 p. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1970 d. Assessment of the dynamics and structure of the Azov sturgeon herd // Trudy VNIRO. V. 71. P. 96–155. (In Russ.).
- Makarov E.V. 1970 e. New data on the biology of Azov sturgeons // Proc. 3rd scient. Conf. of the Rostov State University. Rostov-on-Don. P. 37–38. (In Russ.).
- Makarov E.V., Rekov Yu.I., Chikhachev A.S., Tsvetnenko Yu.B. 1986. Participation of hatchery producers in the formation of the spawning population of Russian sturgeon // Fisheries. No. 9. P. 34–36. (In Russ.).
- Makarov E.V., Rekov Yu.I. 1997. Azov sturgeons: present and prospects // Abstr. reports of the I Congr. of Ichthyologists of Russia [Astrakhan, September 1997]. Moscow: VNIRO Publish. P. 82. (In Russ.).
- Makarov E.V., Balandina L.G., Kornienko G.G., Rekov Yu.I. 1998. Ways of development of sturgeon farming in the Azov Sea basin // Main problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publish. P. 192–207. (In Russ.).
- Makarov E.V., Gribanova S.E. 1999. Ways to increase the efficiency of natural reproduction of sturgeon in conditions of regulated river flow // Problems of geography and ecology. Rostov-on-Don: RSU. P. 101–112. (In Russ.).
- Makarov E.V., Tikhonova S.V. 1968. On sexual maturation of Azov sturgeons // Fisheries. No. 5. P. 9–11. (In Russ.).
- Makarov E.V., Rekov Yu.I. 2000. Current state of sturgeon populations in the Sea of Azov // Sturgeon at the turn of the 21st century: Abstracts of reports international conf., Astrakhan, September 11–15, 2000. Astrakhan: KaspNIRKh. P. 9–10. (In Russ.).
- Milshstein V.V. 1971. A centennial anniversary of sturgeon farming // Trudy TsNIORKh. V. 3. P. 5–13. (In Russ.).
- Musatova G.N. 1973. Sturgeon fish of the Kuban River and their reproduction. Krasnodar: Book Publishing House. 112 p. (In Russ.).

- Muge N.S., Barmintseva A.E. 2014. Methodology for genotyping spawners and juveniles of sturgeon fish species for the purpose of genetic monitoring of artificial reproduction // Actual status and conservation of natural population of sturgeon fish Acipenseridae. Olsztyn. P. 159–165. (In Russ.).
- Nedoshivin A. Ya. 1926. Current state of Azov fishery // Trudy Azov-Black Sea Scientific and Fishing Expedition. Kerch. V. 1. P. 65–145. (In Russ.).
- Nedoshivin A. Ya. 1928. Materials on the study of Don fisheries // Trudy Azov-Black Sea Scientific and Fishing Expedition. Kerch. V. 4. P. 25–31. (In Russ.).
- Pogorelov Ya.N. 1912. On the needs of fishing in the Sea of Azov and the Kerch Strait // Trudy 3rd All-Russian Congress of Fisheries and Other Figures on Fisheries and Fish Farming in St. Petersburg in 1910 [Transcript Report]. Iss. 2. Spb. P. 287–297. (In Russ.).
- Rekov Yu.I. 1996. Formation of the Azov sturgeon fish stock and its commercial use in modern conditions // Proceedings of AzNIIRKH: Main problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov basin. Rostov-on-Don: Polygraph. P. 178–180. (In Russ.).
- Rekov Yu.I. 1997. Assessment of the spawning population of Azov sturgeon as a basis for predicting the size of their stock and catch // Proceedings of AzNIIRKH: Main problems of fisheries and protection of water bodies of the Azov-Black Sea basin (1993–1995). Rostov-on-Don: publishing house «Molot». P. 186–195. (In Russ.).
- Rekov Yu.I. 2000. Changes in Azov sturgeon stocks // Proceedings of AzNIIRKH: Main problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin (1998–1999). Rostov-on-Don. P. 84–87. (In Russ.).
- Rekov Yu.I. 2002. Stocks of Azov sturgeon fish: current state and immediate prospects // Proceedings of AzNIIRKH: Main problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. Moscow: VNIRO Publish. P. 265–272. (In Russ.).
- Rekov Yu.I., Korneev A.A. 1987. Efficiency of reproduction and replenishment of Azov sturgeon herds // Reproduction of sturgeon stocks in the Caspian and Azov-Black Sea basins. Moscow: VNIRO Publish. P. 94–101. (In Russ.).
- Rekov Yu.I., Tikhonova G.A., Chepurnaya T.A. 2004. Prospects for restoring the stocks of Azov anadromous sturgeon fish through natural and artificial reproduction // Abstr. of reports intern. scient. conf. «Problems of natural and artificial reproduction of fish in marine and freshwater reservoirs». Rostov-on-Don: Publishing house «TSVVR». P. 128. (In Russ.).
- Sabodash V.M., Demyanenko K.V. 2005. The state and reproduction of populations of sturgeon fish of the Azov basin in the modern period (review) // Hydrobiological Journal. V. 41. No. 6. pp. 54–73. (In Russ.).
- Sechin Yu.T. 1986. Guidelines for assessing the number of fish in freshwater bodies. Moscow: VNIIPRH. 50 p. (In Russ.).
- Sokolov L.I., Tsepkin E.A. 1996. Sturgeon of the Azov-Black Sea and Caspian basins (historical review) // Journal of Ichthyology. V.36. No. 1. pp.15–27. (In Russ.).
- Smirnov A.N. 1961. The influence of environmental factors on the number of juvenile fish in the Taganrog Bay // Proceedings of the AzNIIRKH in 1960. Rostov-on-Don. pp. 51–53. (In Russ.).
- Catches of fish and non-fish objects by fishery organizations of the Azov-Black Sea basin [1990–1995]. Statistical collection. 1997. / Yu.I. Zaydiner, L.V. Popova eds. Rostov-on-Don: Molot. 100 p. (In Russ.).
- Catches of fish and non-fish objects by fishery organizations of the Azov-Black Sea basin (1995–2000). Statistical collection. 2003. / S.E. Gribanova, Yu.I. Zaydiner, E.A. Landar, L.V. Popova, I.N. Filchagin eds. Rostov-on-Don: Everest-M. 90 p. (In Russ.).
- Catches, stocks and artificial reproduction of aquatic biological resources, production of aquaculture products in the Azov-Black Sea fishery basin (2006–2015). Statistical collection. 2020. / V.N. Belousov ed. Rostov-on-Don: Mini-type. 128 p. (In Russ.).
- Troitsky S.K. 1973. A story about Azov and Don fish. Rostov-on-Don: Rostizdat. 192 p. (In Russ.).
- Chugunov N.L. 1927. On the impact of the cessation of fishing on sturgeon stocks in the Sea of Azov // Collection papers in honor of prof. N.M. Knipovich. Moscow. P. 271–288. (In Russ.).
- Chugunov N.L., Chugunova N.I. 1964. Comparative commercial and biological characteristics of sturgeon in the Azov Sea // Trudy VNIRO. V. 52. P. 87–182. (In Russ.).
- Chusovitina-Krayushkina L.S. 1963. On the early euryhaline of sturgeons and the adaptive function of chloride-secreting cells in their gills // Reports of the USSR AS. V. 151. No. 2. P. 441–442. (In Russ.).
- Shibaev S.V. 2015. Formal theory of fish life F.I. Baranov and its significance in the development of fisheries science // Trudy VNIRO. V. 157. P. 127–142. (In Russ.).
- Yanovsky E.G., Demyanenko K.V. 1998. Prospects for the development of sturgeon farming in the Azov Sea basin // Trudy YugNIRO. V. 44. P. 40–44. (In Russ.).
- Henderson-Arzahola A., King T.L. 2002. Novel microsatellite markers for Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) population delineation and broodstock management // Mol. Ecol. Notes. V. 2. P. 437–439.
- Luzhniak V.A. 2022. Population Dynamics of Sturgeon Fish [Acipenseridae, Acipenseriformes] in the Sea of Azov // Journal of Ichthyology. V. 62, No. 7. P. 1404–1418. DOI: 10.1134/S0032945222060157.
- Mann H.B., Whitney D.R. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other // Annals of Mathematical Statistics. Vol. 18. P. 50–60.
- Shapiro S.S., Wilk M.B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples) // Biometrika. Vol. 52. Issue 3/4. P. 591–611.
- Wilcoxon F. 1945. Individual Comparisons by Ranking Methods. // Biometrics Bulletin 1. P. 80–83.
- Welsh A., May B. 2006. Development and standardization of disomic microsatellite markers for lake sturgeon genetic studies // J. Appl. Ichthyol. Vol. 22. P. 337–344.
- Zane L., Patarnello T., Ludwig et al. 2002. Isolation and characterization of microsatellites in the Adriatic sturgeon (*Acipenser naccarii*) // Mol. Ecol. Notes. Vol. 2. P. 586–588.

Поступила в редакцию 03.10.2023 г.
Принята после рецензии 03.11.2023 г.