

Водные биоресурсы и среда обитания
2023, том 6, номер 4, с. 91–108
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2023, vol. 6, no. 4, pp. 91–108
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

Аквакультура и технологии воспроизводства

УДК 639.3.053.1(262.54)

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_4_91

EDN: JZOCLY



ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЛУПРОХОДНЫХ ВИДОВ РЫБ ПРИ РАЗНЫХ СЦЕНАРИЯХ РАЗВИТИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В АЗОВСКОМ МОРЕ

А. В. Мирзоян^{1,2}, В. Н. Белоусов², В. Н. Шевченко^{2*},
А. А. Полин², А. Д. Рыбальченко², Е. А. Порошина²

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

²Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия

*E-mail: shevchenkovn@azniirkh.vniro.ru

Аннотация

Введение. Полупроходные рыбы Азовского моря являлись базовыми объектами рыболовства до зарегулирования стока рек Дон и Кубань, после антропогенного преобразования которого основным источником пополнения популяций рассматриваемых видов водных биоресурсов стало искусственное воспроизводство. Беспрецедентное климатообусловленное сокращение объема пресного стока в период 2006–2023 гг. усилило нарушение условий воспроизводства полупроходных видов рыб на акваториях нагульно-выростных хозяйств и ухудшило условия их нагула в море из-за резкого роста солености, что привело к сокращению численности популяций. **Актуальность.** В условиях рекордного сокращения пресного стока и роста солености Азовского моря происходит кардинальная перестройка его ихтиоценоза, что требует разработки прогноза динамики возможных изменений условий обитания полупроходных видов рыб, а также определения перспектив искусственного воспроизводства судака, тарани и леща для их сохранения в новых условиях, что, в свою очередь, является *целью* настоящей работы. **Методы.** Для прогнозирования возможных изменений гидрологического режима Азовского моря применялся метод экспертного оценивания. Экспертная оценка возможных сценариев воздействия современных климатических изменений на условия среды обитания водных биологических ресурсов Азовского моря разработана с учетом положений Климатической доктрины Российской Федерации. **Результаты.** При всех прогнозируемых на период до 2030 г. сценариях солености Азовского моря будет превышать значения, оптимальные для обитания молоди и половозрелых особей полупроходных видов рыб. Сохранение ценных с биологической точки зрения популяций судака и тарани возможно при поддержании функционирования нерестово-выростных хозяйств как пойменного, так и лиманного типов. Для сохранения популяции и увеличения запаса леща

необходимо восстановить искусственное воспроизводство этого вида. **Выводы.** На среднесрочную перспективу до 2030 г. возможность ощутимого восстановления имеет только тарань при условии реализации оптимистичного гидрологического сценария с увеличением водности бассейна. Во всех остальных случаях лещ, судак и тарань до 2030 г. не имеют возможности существенно увеличить свою численность.

Ключевые слова: Азовское море, искусственное воспроизводство, судак, тарань, лещ

ARTIFICIAL REPRODUCTION OF SEMI-ANADROMOUS FISH SPECIES UNDER DIFFERENT DEVELOPMENT SCENARIOS OF HYDROLOGICAL SITUATION IN THE AZOV SEA

A. V. Mirzoyan^{1,2}, V. N. Belousov², V. N. Shevchenko^{2*},
A. A. Polin², A. D. Rybalchenko², E. A. Poroshina²

¹Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Moscow 105187, Russia

²Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia

*E-mail: shevchenkovn@azniirkh.vniro.ru

Abstract

Background. Semi-anadromous fish species of the Azov Sea were the primary fishing targets before the regulation of the flow of the Don and Kuban Rivers, after the anthropogenic transformation of which artificial reproduction became the main source of recruitment for the populations of these species of aquatic biological resources. Unprecedented climate-induced reduction in the volume of freshwater runoff in 2006–2023 aggravated the deterioration of the conditions for reproduction of anadromous fish species in the aquatic areas associated with fish feeding and rearing facilities and contributed to the decline of their feeding conditions in the sea resulting from a sharp increase in salinity, which led to a reduction in their population abundance. **Relevance.** In the context of a record reduction in freshwater runoff and increasing salinity of the Azov Sea, the Azov Sea ichthyocenosis undergoes a fundamental restructuring, which requires making a forecast of the possible changes in the habitat of semi-anadromous fish species, as well as evaluating the prospects for artificial reproduction of zander, roach and bream for their preservation in new conditions, which, in turn, serves as the *aim* of this work. **Methods.** To predict possible changes in the hydrological regime of the Azov Sea, the expert evaluation method has been used. The expert assessment of possible scenarios of the impact exerted by the modern climate change on the habitat of the aquatic biological resources in the Azov Sea has been done with the regard to the provisions of the Climate Doctrine of the Russian Federation. **Results.** Under all predicted scenarios for the period up to 2030, the salinity of the Azov Sea will exceed the values optimal for the juveniles and mature individuals of semi-anadromous fish species. Preservation of biologically valuable populations of zander and roach is possible with the continuous operation of hatcheries (spawning and rearing facilities), both in limans and on floodplain. To preserve the population and increase the stock of bream, it is necessary to restore artificial reproduction of this species. **Conclusions.** In the medium term (until 2030), only roach has a prospect for the sufficient recovery of its stocks, which could happen under the favorable hydrological scenario involving the water content increase in the basin. In all other cases, bream, zander and roach will not be in position to considerably increase their abundance.

Keywords: Azov Sea, artificial reproduction, zander, roach, bream

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение водных биоресурсов преследует несколько целей: природоохранную (сохранение генетического разнообразия), социальную (обеспечение рабочих мест, продовольственной безопасности, а также рекреационных прав граждан), эко-

номическую (обеспечение налогооблагаемой базы и вклад в валовый национальный продукт).

Природоохранная цель имеет глобальный международный характер, поэтому находится в безусловном приоритете.

Рыбная отрасль обеспечивает занятость населения, особенно в сельской местности с тради-

ционным дефицитом рабочих мест; при этом часто рыбохозяйственные предприятия становятся поселкообразующими или градообразующими, либо входят в перечень социально значимых предприятий региона.

При естественном стоке рек основу сырьевой базы промысла в бассейне Азовского моря составляли полупроходные виды рыб, в первую очередь судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и тарань *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) [1]. В 1935–1937 гг. они, вместе с чехонью *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758), давали свыше 50 % объема годового улова рыб [2].

Зарегулирование стока р. Дон в 1952 г. и р. Кубань в 1967 г., а также рост безвозвратного водопотребления в целях развития различных отраслей народного хозяйства вызвали прогнозируемое ухудшение условий воспроизводства указанных базовых объектов азовского рыболовства. В связи с этим в 1952 г. в рамках Генеральной схемы воспроизводства рыбных запасов в Азовском бассейне [3] был предусмотрен ряд компенсационных мероприятий, в т. ч. строительство 7 нерестово-выростных хозяйств (НВХ) с общей площадью 32,7 тыс. га. К 1967 г. основные мощности предприятий были введены в эксплуатацию. Искусственным воспроизводством азовских полупроходных рыб (судак, лещ) в Азово-Донском районе занимались три НВХ: Узякское, Кулешовское и Сусатско-Донское с общей площадью 5 тыс. га; дополнительно молодь полупроходных рыб получали на Рогожкинском рыболовном хозяйстве [4].

В Азово-Кубанском районе для пополнения запасов полупроходных видов рыб (судак, тарань) были введены в эксплуатацию 4 НВХ, два из которых относятся к пойменному типу (Ейское и Бейсугское) и еще два — к лиманному (Восточно-Ахтарское и Черноерковское) [5–7].

Работа НВХ базируется на создании благоприятных условий для нереста и подращивания молоди полупроходных рыб до периода ската в Азовское море.

Логика компенсационных мероприятий в форме строительства НВХ была проста: формирование запасов полупроходных рыб лимитируется двумя периодами развития рыб — периодом размножения и подрастания молоди (первый) и периодом нагула и зимовки (второй). На момент создания НВХ был нарушен только первый период. Значимых нарушений второго периода в исследуемом

ряду наблюдений к 1952 г. не отмечалось. В связи с этим взятие под контроль нарушенного антропогенным вмешательством периода размножения предполагалось достаточным для восстановления и поддержания численности полупроходных рыб на уровне, достаточном для обеспечения нужд рыбодобывающей отрасли бассейна. До недавнего времени эта стратегия себя оправдывала.

Для периода нагула подросшей молоди и производителей полупроходных рыб критическими являются уровни солености не более 11 ‰ для судака и не более 13 ‰ для тарани. До 2013 г. акватории с такой соленостью доминировали в Азовском море и Таганрогском заливе, за исключением короткого периода 1973–1978 гг. (рис. 1).

После элиминации поколений естественного нереста и перехода с 1967–1970 гг. на обеспечение пополнения популяций в основном за счет воспроизводства на НВХ изменение величин общего запаса полупроходных рыб соответствовало динамике площадей с благоприятными зонами нагула (рис. 2).

С 2006 г. начался новый маловодный период, который оказался беспрецедентным не только по отрицательной динамике пресного стока, но и по продолжительности. Данный маловодный период обозначился первоначальным сокращением в 2007–2008 гг. зон с соленостью 5–9 ‰, в 2009–2012 гг. стало ощутимо сокращение зон с соленостью до 11 ‰, а с 2013 г. началось сокращение зон соленостью до 13 ‰ (рис. 1).

Таким образом, после 2013 г. впервые за весь период наблюдений на Азовском море оба фактора формирования численности популяций полупроходных рыб перешли свои лимитирующие показатели. Условия воспроизводства на НВХ стали ухудшаться в силу гидрологических причин, а также износа производственных мощностей, условия нагула в море на продолжительное время стали неблагоприятными, ареал возможного нагула ограничился акваторией НВХ, лиманов и низовий рек.

При этом следует учитывать, что воспроизводственные мощности НВХ не предусматривают формирование и эксплуатацию ремонтно-маточных стад, и их заполняемость производителями полностью зависит от численности природной популяции, основной нагульный ареал которой ранее находился вне территории расположения хозяйств.

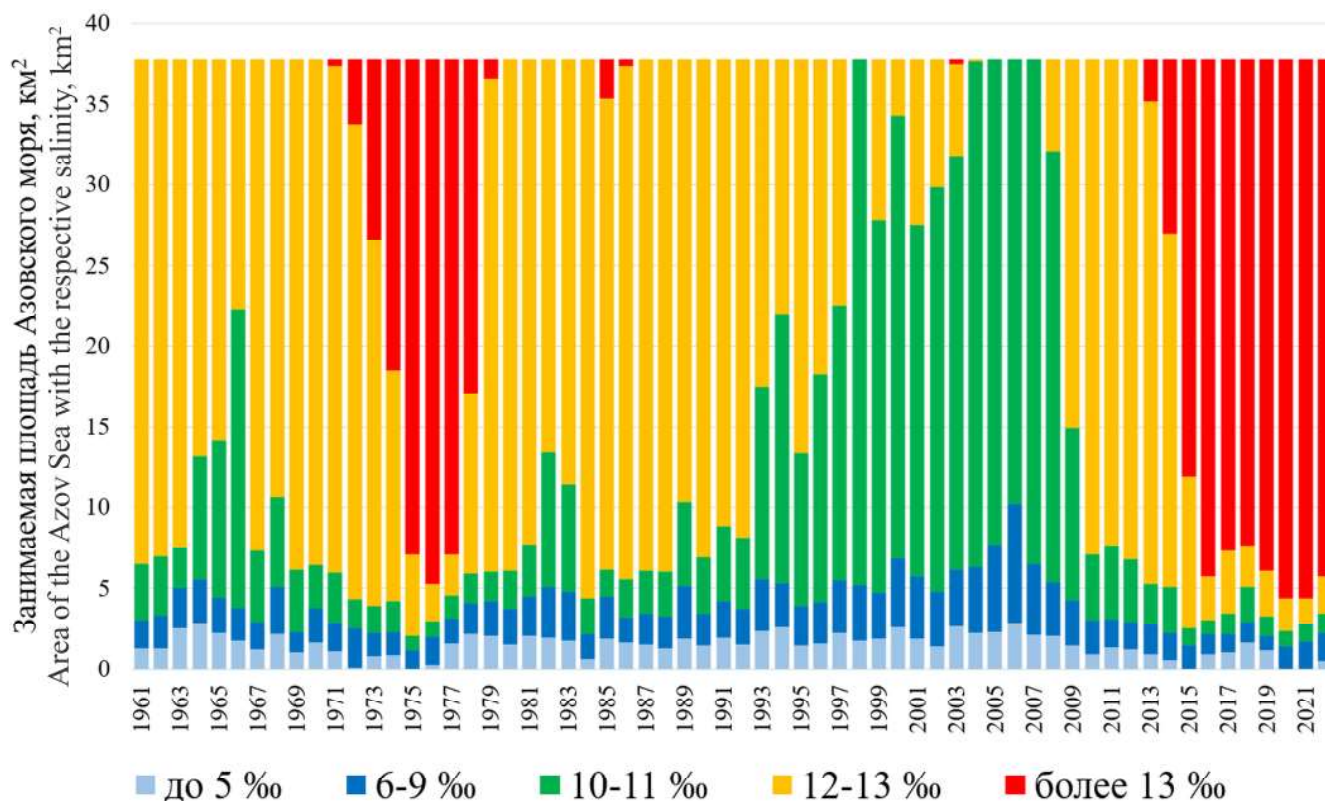


Рис. 1. Распределение площади акваторий Азовского моря с различной соленостью в период 1961–2022 гг.

Fig. 1. Area distribution of the Azov Sea zones with different salinity in 1961–2022

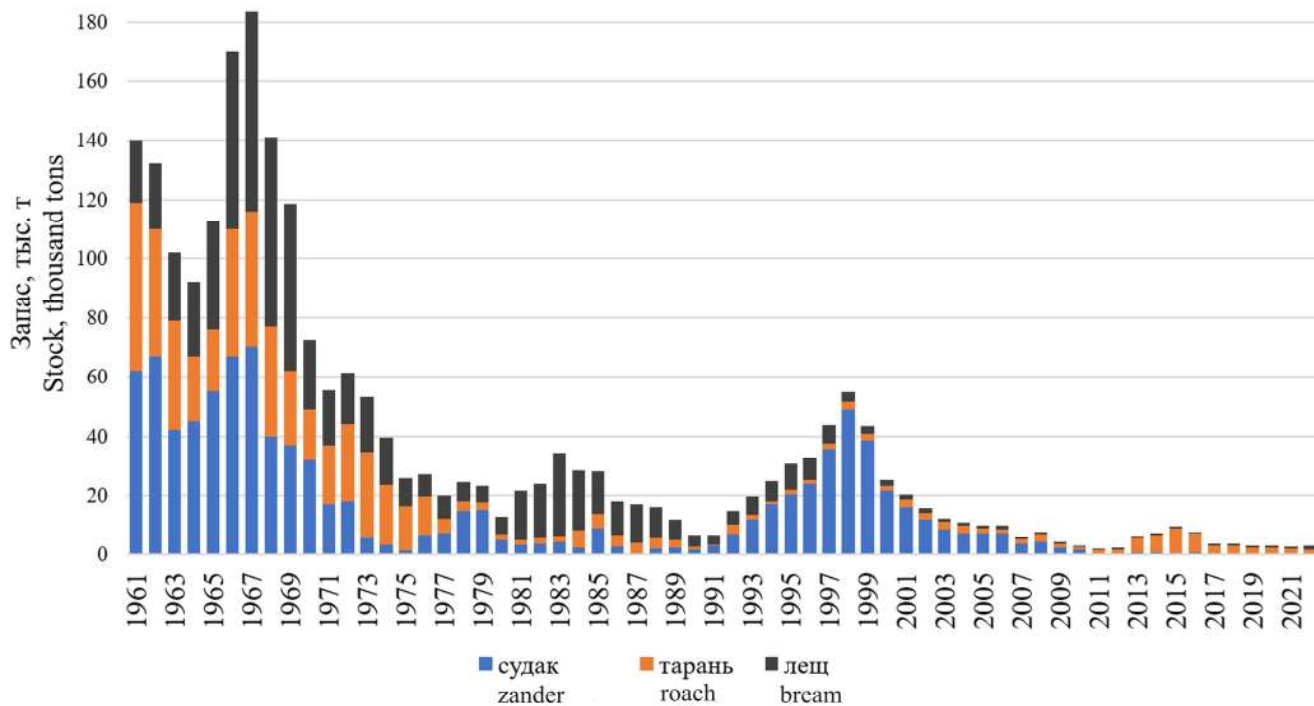


Рис. 2. Динамика общего запаса полупроходных рыб Азовского моря в период 1961–2022 гг.

Fig. 2. Dynamics of the total stock of the semi-anadromous fish species of the Azov Sea in 1961–2022

В связи с этим в тех гидрологических условиях, которые сложились к 2022 г., актуальными стали следующие вопросы:

- насколько НВХ сохранили возможность выполнения своих функций?
- имеется ли вероятность восстановления численности полупроходных рыб до уровня их активной промысловой эксплуатации в среднесрочной перспективе?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу настоящей работы лег анализ многолетних наблюдений Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») за мероприятия по искусственному воспроизводству полупроходных видов рыб в Азово-Кубанском и Азово-Донском районах. Для прогнозирования возможных изменений гидрологического режима Азовского моря применялся метод экспертного оценивания. Экспертная оценка возможных сценариев воздействия современных климатических изменений на условия среды обитания водных биологических ресурсов Азовского моря разработана с учетом положений Климатической доктрины Российской Федерации, опубликованной Росгидрометом и предназначенной для федеральных и региональных органов государственной власти для планирования конкретных мер по развитию отраслей экономики и подготовки программ устойчивого развития территорий и регионов Российской Федерации [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В бассейне Азовского моря созданы НВХ двух типов: пойменные и лиманные.

Пойменные НВХ расположены на территории поймы нерестовых рек (Дон, Бейсут, Ея). Данные водоемы должны были эксплуатироваться в соответствии с водным режимом поймы в естественных условиях. Весной на регулируемых участках поймы необходимо создавать условия для заполнения их водой не менее чем на 30–40 суток, а затем обеспечивать полный спуск воды со скатом молоди и последующим летованием затапливаемой территории. Однако на деле такой режим выдерживался очень редко. В связи с зарегулированностью стока и снижением подачи воды в весенний период из опасения не заполнить водой нерестовые водоемы, на пойменных НВХ либо не сбрасывали воду круглогодично, либо начинали набирать ее уже осенью

года, предшествующего году нереста. В результате утрачивались все преимущества, свойственные затапливаемым пойменным территориям. Осеннее залитие приводило к невозможности получения в весенний период первой (самой крупной) вспышки кормовой базы, прогрессирующему зарастанию территории НВХ и, как следствие, ухудшению гидрологического режима.

Лиманные НВХ расположены на лиманных системах, где регулирование водного режима происходит благодаря строительству подпорных и перепускных гидротехнических сооружений. Работа лиманных НВХ в большей степени, чем пойменных, приближена к естественному режиму. Здесь водные объекты изначально постоянно заполнены водой, и задача регуляторов состоит в том, чтобы обеспечить своевременную подачу воды в маловодный период и ее удержание там на должном уровне до момента начала ската молоди в море. В связи с этим, как правило, лиманные НВХ функционируют более стабильно, чем пойменные.

Основными видами полупроходных рыб, которых воспроизводят на НВХ, являются судак, тарань и лещ. Из трех этих видов наиболее требователен к гидрологическим условиям — в первую очередь, к содержанию кислорода на нерестилищах — судак. Тарань и лещ менее прихотливы.

Особенности биологии рассматриваемых видов и отличия в формировании и эксплуатации НВХ двух типов определяют их вклад в естественное воспроизводство судака, тарани и леща.

Судак. Популяция судака пополняется в основном молодь, выпускаемой из лиманных НВХ, где гидрохимические условия более стабильны. Пойменные НВХ (кубанские и донские) в первые годы своей эксплуатации давали существенное количество молоди судака, а затем происходило снижение эффективности их работы (рис. 3).

Если сопоставить динамику общего запаса судака с динамикой объемов выпуска его молоди из НВХ, то очевидна достаточно низкая корреляция ($r=-0,1$) (рис. 4).

Соотнесение динамики общего запаса судака и изменений площади акватории Азовского моря с соленостью ниже 11 ‰ показывает более высокую взаимосвязь ($r=0,17$) (рис. 5).

Таким образом, приведенные материалы показывают, что состояние запаса судака в Азовском море зависит не только от уровня пополнения молодь от искусственного воспроизводства, но

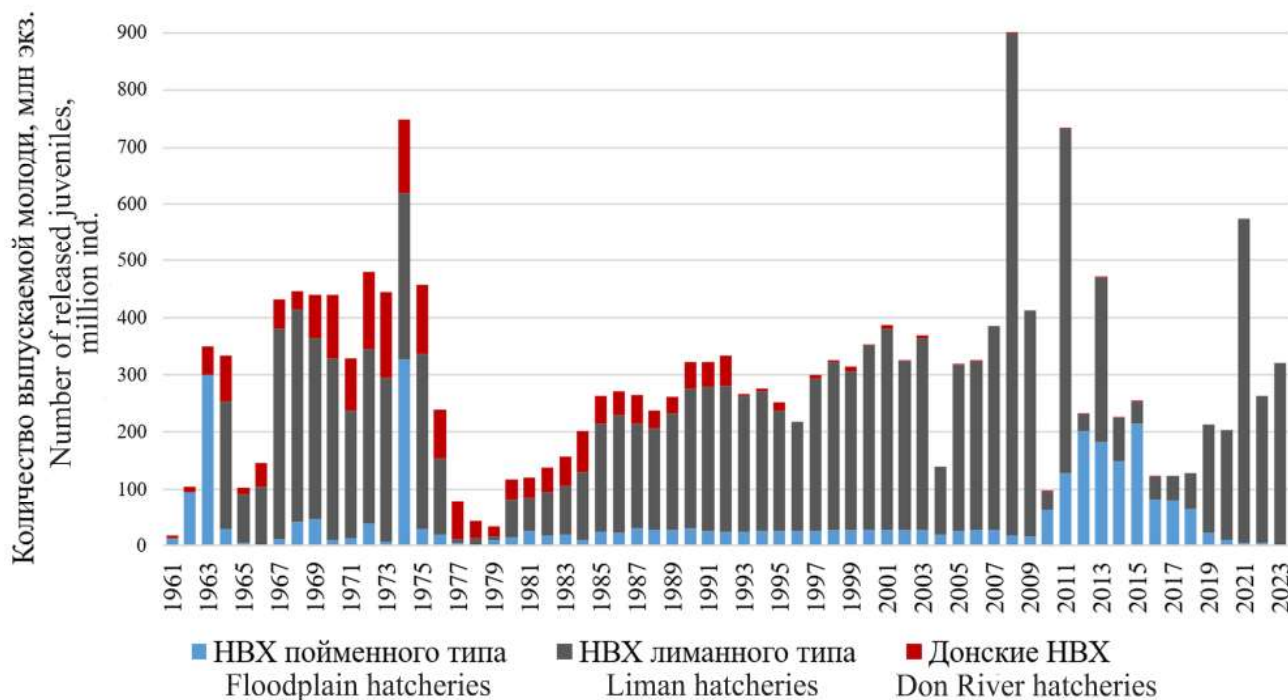


Рис. 3. Вклад НВХ Азово-Кубанского района разного типа в воспроизводство судака в период 1961–2023 гг., млн экз.

Fig. 3. Contribution of the different types of hatcheries in the Azov–Kuban region to the reproduction of zander in 1961–2023, million ind.

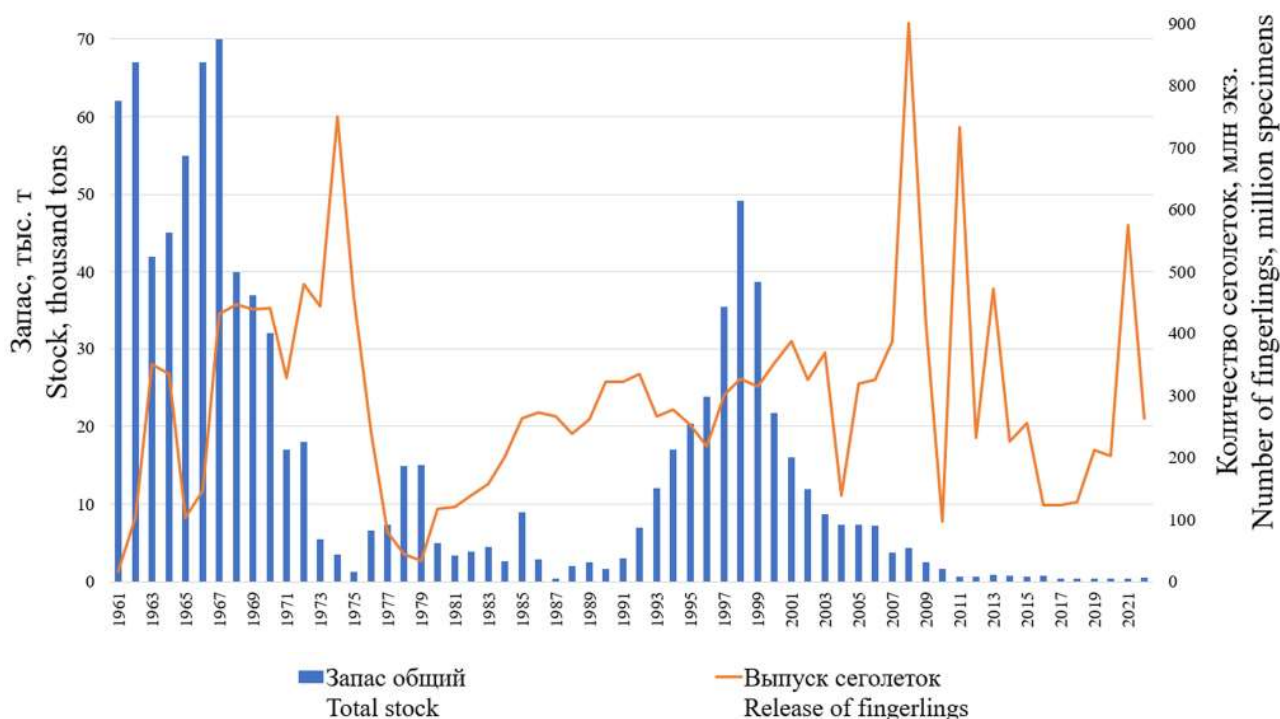


Рис. 4. Динамика общего запаса судака Азовского моря и объемов его искусственного воспроизводства в 1961–2022 гг.

Fig. 4. Dynamics of the total stock of zander in the Azov Sea and the volume of its artificial reproduction in 1961–2022

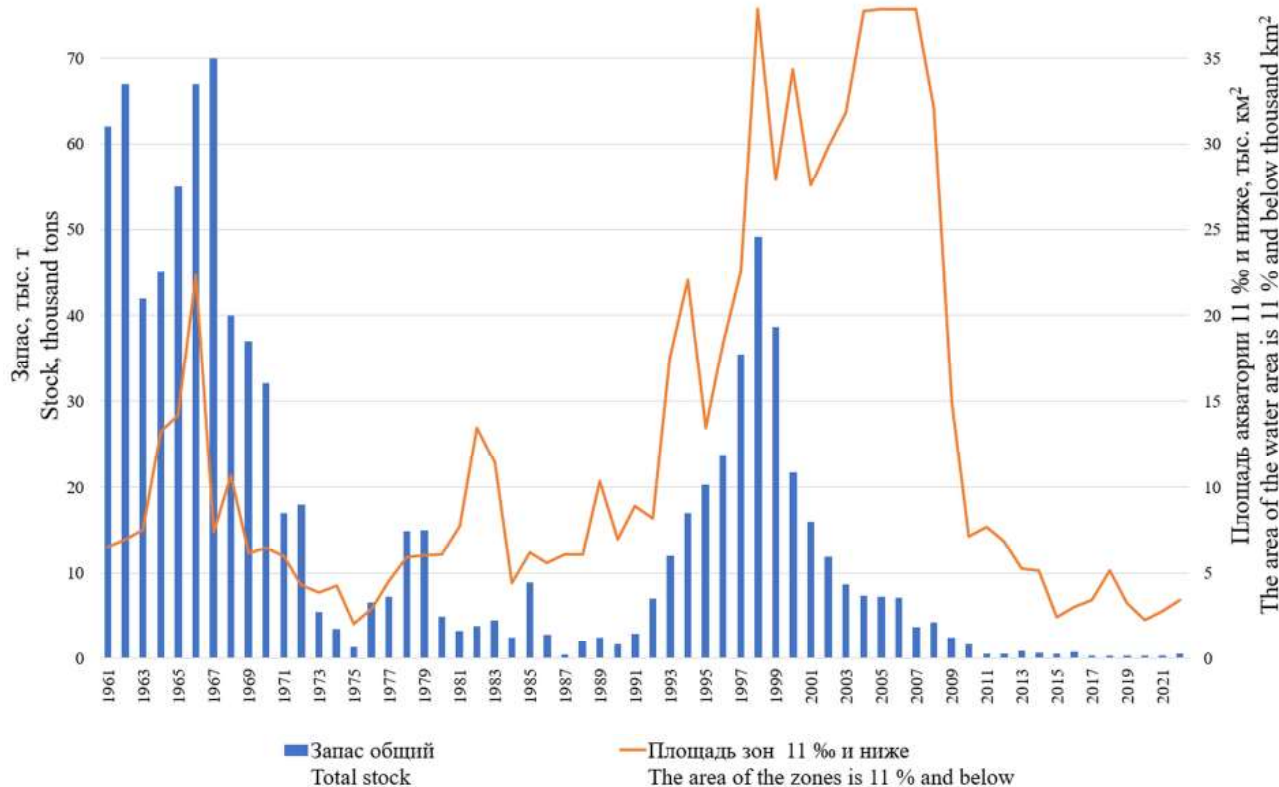


Рис. 5. Динамика общего запаса судака Азовского моря и площади акваторий с соленостью менее 11 ‰ в период 1961–2022 гг.

Fig. 5. Dynamics of the total stock of zander in the Azov Sea and the area of the zones with the salinity lower than 11 ‰ in 1961–2022

и от условий ее нагула в море. Хотя на динамику численности популяции судака влияет и множество других факторов, в т. ч. уровень естественного воспроизводства на существующих нерестилищах и уровень незаконного, несообщаемого, нерегулируемого промысла (ННН-промысла) [9], базовыми факторами формирования численности популяции являются пополнение молодь, получаемой от искусственного воспроизводства, и гидрологическая обстановка в море.

В каком же состоянии находятся НВХ и способны ли они выполнять свои функции по воспроизводству судака?

В отношении донских НВХ следует констатировать полную утрату воспроизводственных мощностей:

- Сушатско-Донское НВХ — обанкрочено, прекратило работу в 2015 г.;
- Узякское НВХ (с 1966 г. рыбзавод «Взморье») — фактически прекратило выпуск молоди судака в 1986 г., а с 2009 г. перестало выпускать молодь леща, его мощности не функ-

ционируют, техническое обслуживание не производится;

- Кулешовское НВХ — обанкрочено и ликвидировано в 2021 г.

Пойменные НВХ Азово-Кубанского района продолжают обслуживаться. Однако вследствие климатических изменений и зарегулирования стока рек гидрологическая ситуация к 2022–2023 гг. в водоемах НВХ ухудшилась настолько, что создание благоприятных условий для воспроизводства судака невозможно.

В 2020 г. критическая ситуация наблюдалась на нерестилищах Ейского ЭХРВР. В связи с дефицитом пресной воды в Ейском районе в 2019–2020 гг. заполнение нерестовых водоемов Ейского ЭХРВР осуществляли в минимальных объемах. Недостаточное поступление пресной воды компенсировалось морской, что сказалось на величине солености, которая варьировала на нерестилищах от 6,64 до 10,65 ‰. В результате ежегодных наблюдений за состоянием нерестилищ ЕЭХРВР установлено повышение зарастаемости водоемов надводной и

погруженной растительностью. Вследствие многолетнего накопления биомассы макрофитов, в т. ч. развития огромного количества нитчатых водорослей, в водоемах Ейского ЭХРВР в 2020–2023 гг. фиксировалось избыточное содержание органического вещества, на окисление которого расходуется большое количество растворенного в воде кислорода [10]. Комплекс перечисленных факторов повлиял на результативность нерестовой кампании. Так, в 2020 г. по результатам комиссионного учета молоди судака было выпущено почти в 3 раза меньше, чем в предшествующие годы. Данная тенденция продолжилась и в 2021 г., когда соленость на нерестилищах на некоторых участках превышала 13 ‰.

В 2023 г. ухудшилась гидрологическая ситуация и на Бейсугском НВХ. В результате скат молоди судака был оценен всего лишь на уровне нескольких тысяч экземпляров, что можно приравнять практически к прекращению воспроизводства на данных акваториях.

Лиманные НВХ (Восточно-Ахтарское и Чернорекское) сохраняют свои функции на достаточно высоком уровне. В 2023 г. в водоемах этого типа было учтено 320 млн экз. сеголеток судака. Вместе с тем обловы в лиманных гирлах показали, что молодь судака не выходит на нагул в море либо скатывается в весьма незначительных количествах.

Таким образом, в настоящее время эффективное воспроизводство судака сохранилось только на лиманных НВХ. В то же время водоемы этих хозяйств приобрели новые функции. Из-за неудовлетворительных гидрологических условий для судака в собственно Азовском море и молодь, и взрослые особи остаются на нагул в лиманах, которые стали своего рода рефугиумом для этого вида.

Тарань. Зарегулирование стока р. Дон в 1952 г. негативно отразилось на воспроизводстве многих проходных и полупроходных видов рыб. Однако в годы сильного осолонения моря (1970–1975 гг.) тарань продолжала давать высокоурожайные поколения [11]. В период до зарегулирования стока р. Дон уловы тарани варьировали от 2200 т (1927 г.) до 24050 т (1935 г.), а средний многолетний объем добычи составлял 6390 т [12].

Поддерживать популяцию тарани после зарегулирования стока р. Дон помогает создание НВХ на базе высокопродуктивных кубанских лиманов, а также формирование НВХ в поймах рек Бейсуг и Ея (рис. 6).

Как в 1970-е гг., так и сейчас НВХ испытывают острый дефицит пресной воды. Доказано, что при благоприятном сочетании термального режима, пресного стока и других условий даже с учетом низкой численности нерестового стада наблюдается более высокий урожай молоди тарани, чем в случае высокой численности производителей, но неблагоприятных условий среды [11].

По наблюдениям АзНИИРХ, в период нереста тарани в 2021 г. на нерестилищах НВХ Азово-Кубанского района соленость воды варьировала от 4,57 до 10,17 ‰. При этом более ранними исследованиями было установлено, что оплодотворение и развитие икры тарани возможно при солености 10 ‰, но продолжительность жизни таких эмбрионов не превышает 3 суток. Наилучшие результаты оплодотворения, а также выклева личинок были получены при солености 2,5 ‰. При этом следует отметить, что в пресной воде показатели смертности личинок тарани были выше, чем в слабо осолоненной [13].

Вместе с тем тарань более устойчива к уровню солености, и для ее нагула критической является соленость более 13 ‰. Поэтому при сравнении динамики запаса тарани и площади акваторий с соленостью 13 ‰ и ниже становится видно, что размер опресненных акваторий только с 2015 г. существенно сократился на продолжительный срок. Таким образом, после изъятия поколений тарани, полученных от естественного нереста, а также после сокращения объемов ее воспроизводства в период осолонения 1972–1978 гг. в дальнейшем колебания запаса тарани были невелики и от фактора солености зависели мало ($r=0,11$) (рис. 7).

В то же время взаимосвязь динамики запаса и объемов воспроизводства тарани прослеживается более явно (рис. 8).

Из-за описанной выше негативной гидрологической ситуации, сложившейся на пойменных НВХ, воспроизводство тарани здесь существенно сократилось. Тем не менее, благодаря большей пластичности тарани объем ее воспроизводства был более значительным, чем у судака. Если на ЕЭХРВР скат молоди тарани в 2023 г. не был зафиксирован, то на Бейсугском НВХ было учтено 16 млн сеголеток тарани.

В 2023 г. лиманные НВХ сохранили свое значение в воспроизводстве тарани; по результатам контрольных обловов было учтено 579 млн экз. сеголеток, что, однако, ниже средних показателей

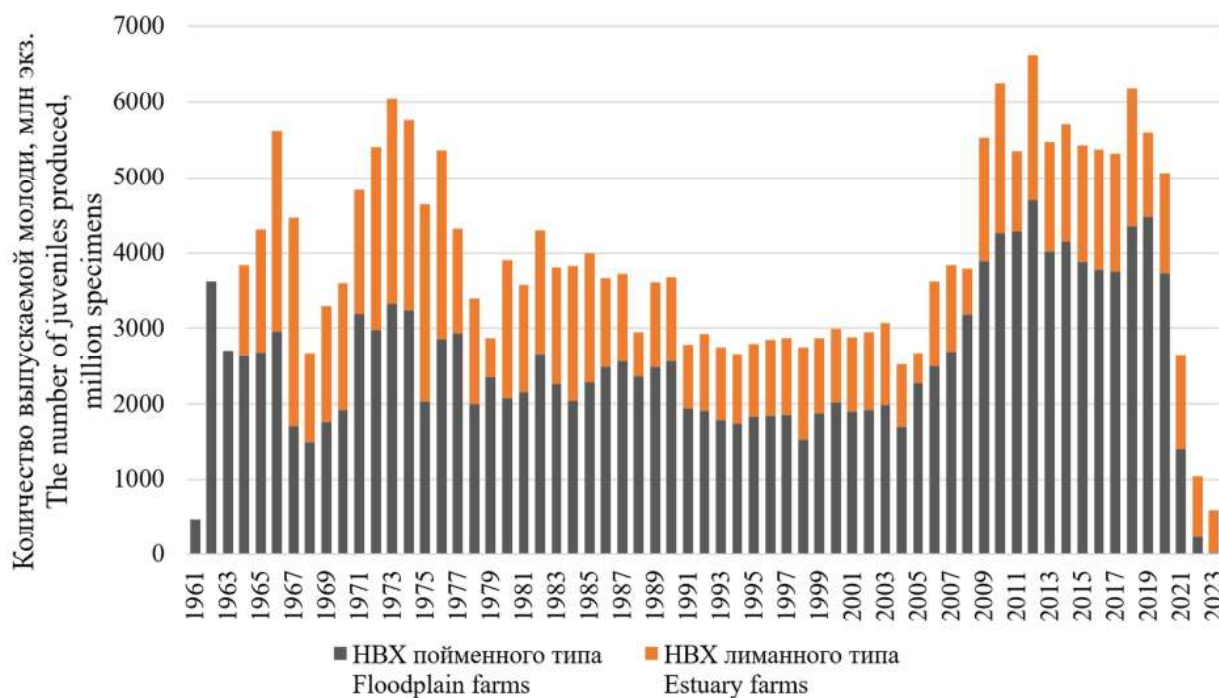


Рис. 6. Вклад НВХ Азово-Кубанского района разного типа в воспроизводство тарани в период 1961–2023 гг., млн экз.

Fig. 6. Contribution of the different types of hatcheries in the Azov–Kuban region to the reproduction of roach in 1961–2023, million ind.

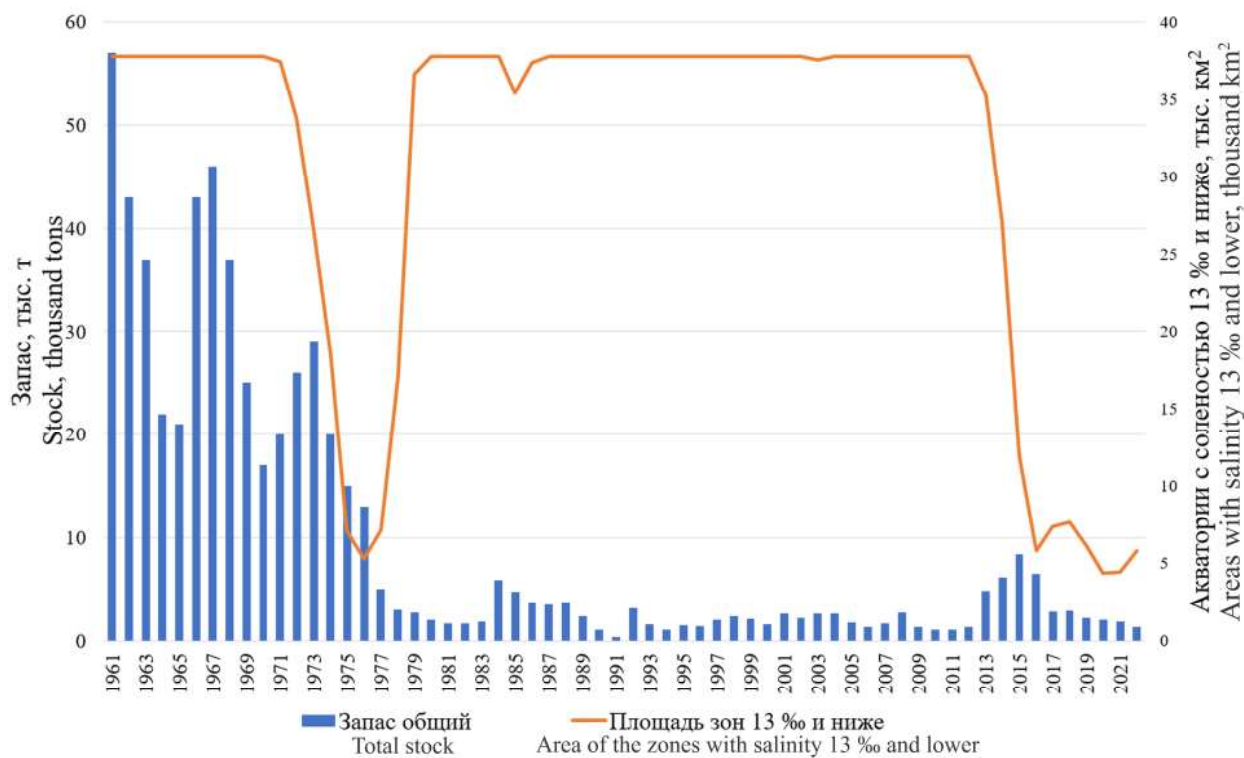


Рис. 7. Динамика общего запаса тарани Азовского моря и размера акваторий с соленостью менее 13 ‰ в 1961–2022 гг.

Fig. 7. Dynamics of the total stock of roach in the Azov Sea and the area of the zones with the salinity lower than 13 ‰ in 1961–2022

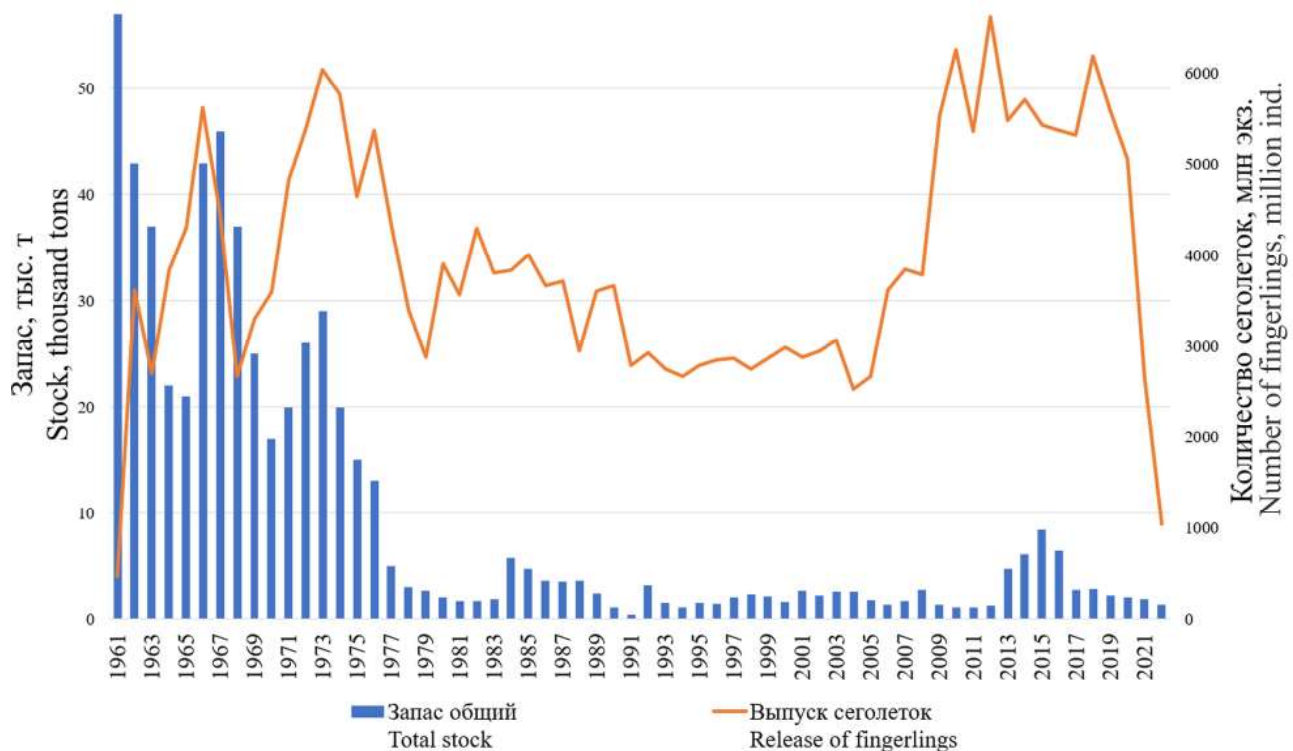


Рис. 8. Динамика общего запаса тарани Азовского моря и объемов ее искусственного воспроизводства в 1961–2022 гг.

Fig. 8. Dynamics of the total stock of roach in the Azov Sea and the volume of its artificial reproduction in 1961–2022

за период 2013–2023 гг. (1,3 млрд экз.). Это можно объяснить тем, что тарань, так же как и судак, практически перестала уходить на нагул в Азовское море и остается в лиманах, что снижает эффективность выживания молоди.

После 2015 г. соленость Азовского моря стала расти рекордными темпами, превышая показатели маловодного периода 1970-х гг. (14–15 ‰). Как следствие, площадь акваторий с соленостью 13 ‰ и ниже впервые за рассматриваемый период сократилась и составляет менее 6 тыс. км². Таким образом, после 2015 г. впервые за историю наблюдений оба комплекса факторов формирования запаса (объемы воспроизводства и площадь акватории нагула) стали критическими для тарани. Как результат, исследования АзНИИРХ показали, что к 2024 г. ожидается сокращение запаса тарани до 1 тыс. т и ниже.

Помимо недостаточной обеспеченности нерестилищ тарани пресной водой, существенный урон популяции наносит ННН-промысел [12, 14].

Таким образом, пойменные НВХ утратили свои функции как воспроизводственные мощности из-за сокращения пресного стока. Лиманные НВХ

сохраняют воспроизводственный потенциал и играют роль рефугиумов для тарани.

Лещ. Сокращение численности популяции леща после зарегулирования стока р. Дон произошло в результате утраты большого количества естественных нерестилищ и ухудшения условий выживания молоди [15, 16]. Помимо абиотических факторов среды, на популяцию леща негативное влияние оказывает ННН-промысел. С использованием методов математического моделирования учеными АзНИИРХ установлено, что в период 2016–2020 гг. объемы несообщаемого промысла значительно превышали официальный вылов и составляли от 98,1 до 446,8 т [16].

Результаты мониторинга промысла за период 2017–2020 гг. свидетельствовали о продолжающемся ухудшении качественных характеристик популяции азовского леща: размерная модальная группа сместилась в сторону преобладания мало-размерных классов, средняя промысловая длина особей уменьшилась за 4 года с 31 до 26 см [16].

Пополнение запасов «донского» леща традиционно обеспечивалось тремя способами:

- *скат части молоди из расположенных выше по течению р. Дон и р. Маныч водохранилищ*, являющийся наименее эффективным источником пополнения, поскольку зависит от условий водопусков и характеризуется высокой гибелью молоди, проходящей через гидротехнические сооружения;
- *нерест на естественных донских нерестилищах*, которые можно разделить на две категории: высокоурожайные пойменные (затапливаемые во время паводков) и низкоурожайные русловые (мелководья р. Дон, протоки и ерики, заполняющиеся водой ежегодно);
- *искусственное воспроизводство*.

Пойменные нерестилища обеспечивали высокий запас леща. В годы паводков при естественном режиме стока нерест на пойме обеспечивал получение поколений леща численностью до 300 млн экз. (что было основой уловов до 30–40 тыс. т в год). После строительства Цимлянского гидроузла паводки стали менее масштабными и обеспечивали поколения численностью 50–170 млн экз. (1963, 1979, 1981, 1994 гг.).

В маловодные периоды естественное воспроизводство леща обеспечивается русловыми нерестилищами. Аналогом современного маловодного периода можно принять 1970-е гг., в которые численность поколений от естественного нереста составляла всего 1–5 млн экз. Именно такой уровень воспроизводства леща наблюдается и в современный период.

Вместе с тем запас леща в маловодный период 1963–1979 гг. составлял в среднем 28 тыс. т, между многоводными 1979 и 1994 гг. средняя величина запаса составляла 11 тыс. т, а в современный маловодный период запас снизился до уровня 0,5–0,8 тыс. т.

Динамика запаса в межпаводковый период (например, между многоводными 1979 и 1994 гг.) обуславливается темпом изъятия урожайных поколений и поддержкой популяции леща искусственным воспроизводством. Лещ является одним из базовых промысловых объектов в р. Дон и Таганрогском заливе, а его изъятие всегда идет достаточно высокими темпами.

Таким образом, основным переменным фактором, влияющим на пополнение популяции леща, можно считать объем искусственного воспроизводства. Исходя из этого, изменение запаса леща становится объяснимым.

В период 1963–1979 гг. предприятиями Азово-Донского района выпускалось в среднем 360 млн экз. молоди леща в год (запас составлял 28 тыс. т), в 1979–1994 гг. величина искусственного воспроизводства уменьшилась до 290 млн экз. (запас — 11 тыс. т). После 1994 г. объем искусственного воспроизводства продолжал снижаться вслед за поэтапной ликвидацией воспроизводственных предприятий, а к 2018 г. оно прекратилось полностью.

Искусственное воспроизводство не может обеспечить высокий уровень запаса леща, сопоставимый с масштабами естественного пойменного нереста, но оно способствовало поддержанию численности производителей леща в маловодные периоды, что позволяло при наступлении многоводного года получать урожайные поколения. Необходимо учитывать и не самые благоприятные прогнозы по развитию гидрологического режима, требующие введения мер по поддержанию численности леща.

Сопоставление динамики величины запаса леща, уровня его искусственного воспроизводства и размера акваторий с соленостью менее 7 ‰ (рис. 9, 10) показывает, что для леща сложилась ситуация, аналогичная таковой для тарани. Долгое время динамика запаса леща зависела от уровня воспроизводства, и только последние 8 лет негативная тенденция охватила обе группы факторов формирования запаса.

Для сохранения промыслового значения популяции леща в р. Дон и Таганрогском заливе необходимо обеспечить выпуск не менее 50 млн экз. молоди леща в год. Выпуски на более низком уровне, как показала практика после 2014 г., не оказывают заметного положительного влияния на численность популяции.

Последствия отсутствия искусственного воспроизводства леща можно оценить на примере его кубанского стада. До изменения гидрологического режима лиманов уловы леща здесь были сопоставимы с донскими и достигали 4–5 тыс. т в год (1930–1940 гг.). Однако после антропогенного преобразования лиманов численность «кубанского» леща начала резко сокращаться. После маловодных 1970-х гг. без поддержки искусственным воспроизводством эта популяция леща не смогла восстановиться даже в многоводный период 1994–1998 гг.

Таким образом, искусственное воспроизводство леща в Азово-Донском районе целесообразно возобновить для поддержания численности произ-

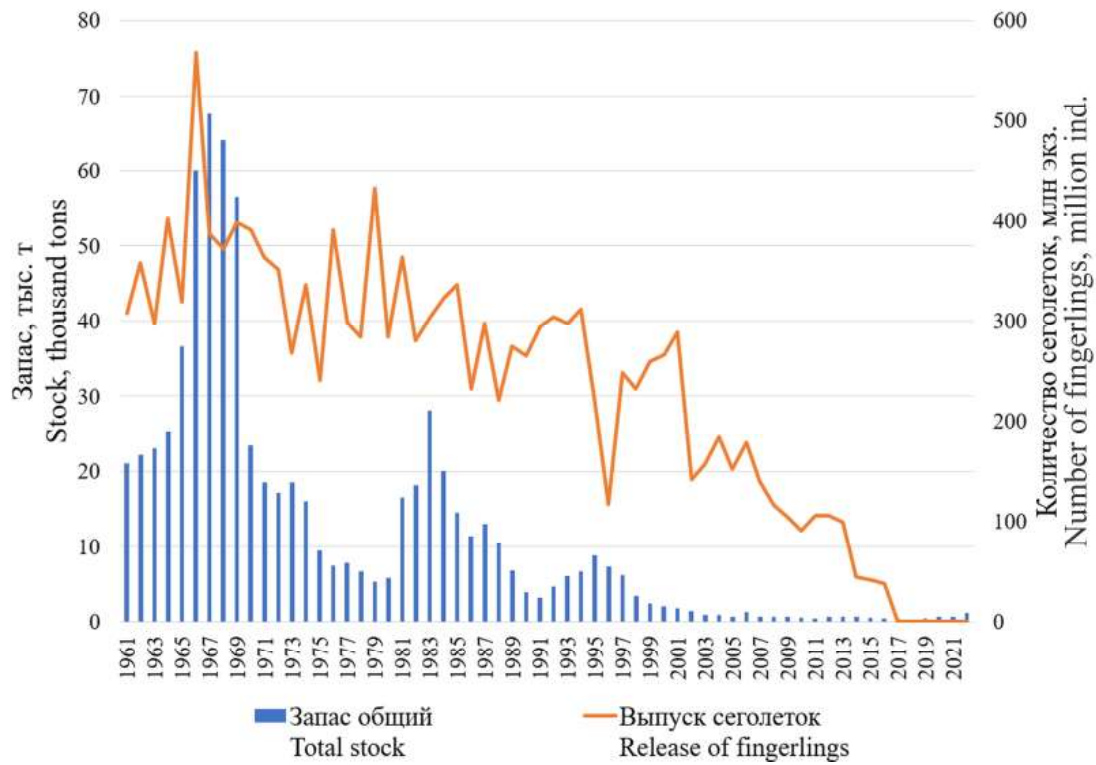


Рис. 9. Динамика общего запаса леща Азовского моря и объемов его искусственного воспроизводства в 1961–2022 гг.

Fig. 9. Dynamics of the total stock of bream in the Azov Sea and the volume of its artificial reproduction in 1961–2022

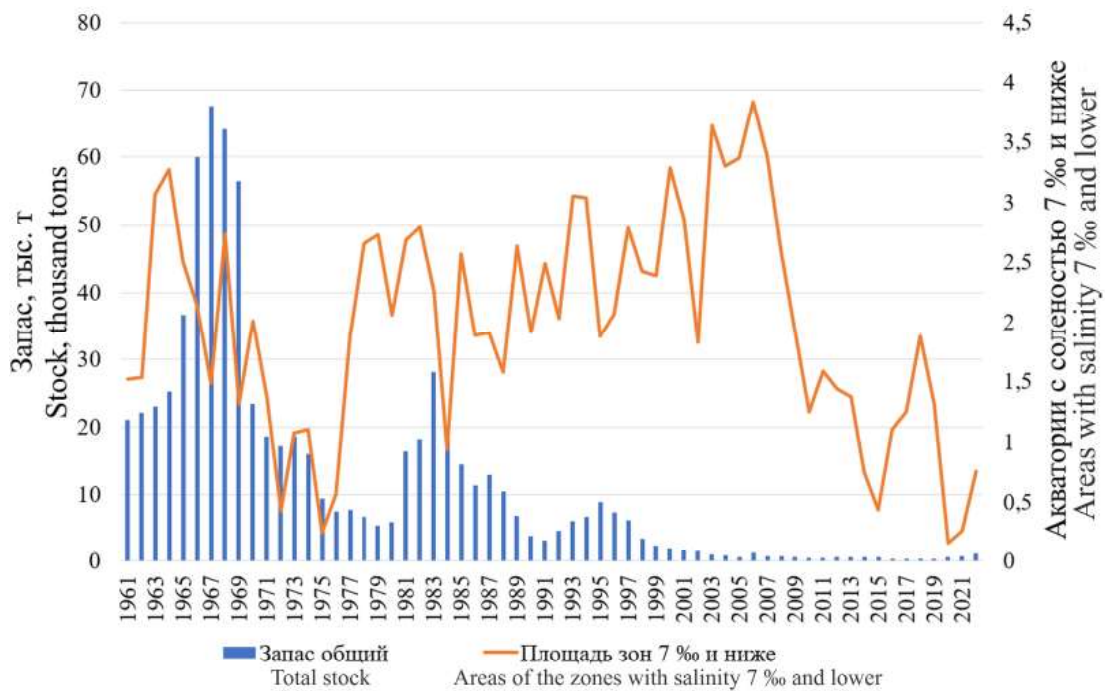


Рис. 10. Динамика общего запаса леща Азовского моря и площади акваторий с соленостью менее 7‰ в 1961–2022 гг.

Fig. 10. Dynamics of the total stock of bream in the Azov Sea and the area of the zones with the salinity lower than 7‰ in 1961–2022

водителей в маловодный период, с условием ежегодного выпуска не менее 50 млн экз. молоди в год. Предполагаемые сценарии развития гидрологической ситуации в Азовском море демонстрируют уязвимость популяции леща в ближайшем будущем.

Учитывая, что донские НВХ, на которых осуществлялось искусственное воспроизводство леща, перестали функционировать, этот вид находится в зоне максимального риска.

Приведенные материалы указывают на то, что донские НВХ утратили свою функциональность и были ликвидированы. Пойменные кубанские НВХ частично сохранили свою воспроизводственную

функцию. Лиманные кубанские НВХ после 2022 г. остаются единственными достаточно эффективными воспроизводственными предприятиями и при этом дополнительно выполняют функции рефугиумов в условиях критического повышения солености Азовского моря.

Для рассмотрения вопроса о вероятности восстановления численности полупроходных рыб до уровня их активной промысловой эксплуатации в среднесрочной перспективе Азово-Черноморским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») были определены три сценария, развитие которых с определенной долей вероятности возможно в ближайшем будущем (рис. 11).

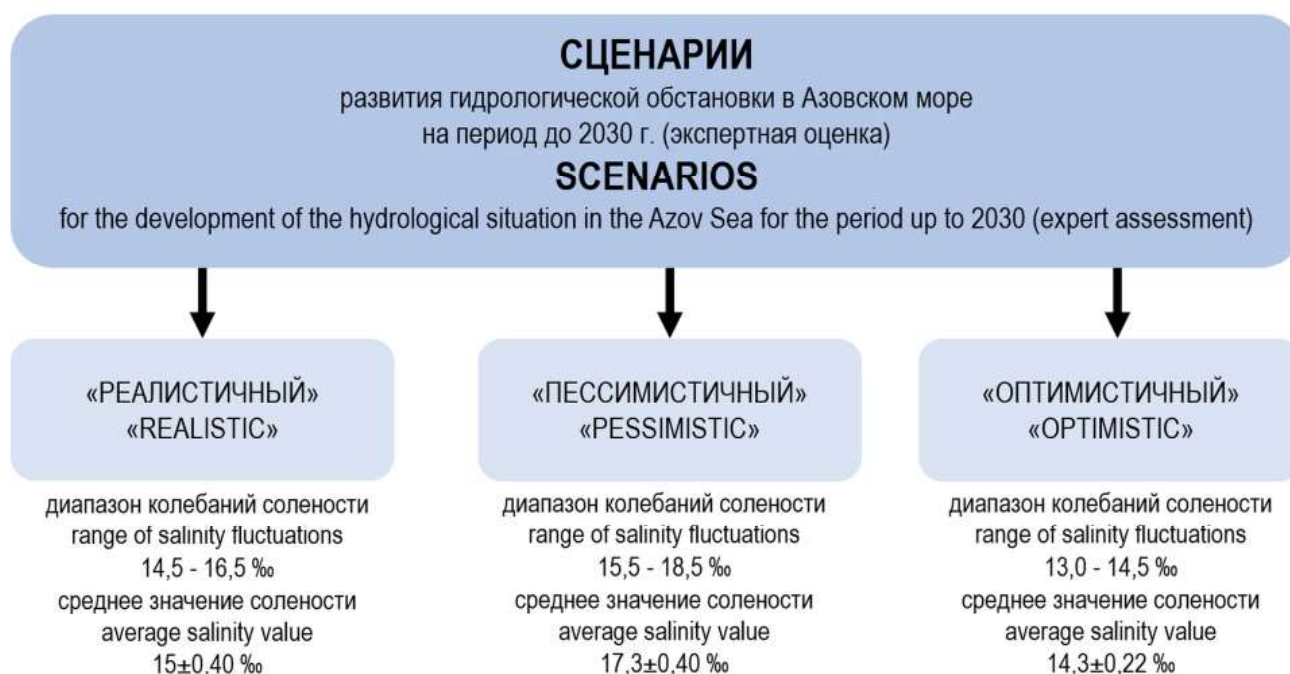


Рис. 11. Экспертная оценка возможных сценариев развития гидрологической обстановки в Азовском море до 2030 г.

Fig. 11. Expert assessment of possible scenarios for the development of the hydrological situation in the Azov Sea until 2030

Согласно расчетам, произведенным лабораторией гидрологии АзНИИРХ, значимое увеличение площадей акваторий с соленостью менее 13 ‰ возможно только при «оптимистичном» сценарии. Площади акваторий с соленостью менее 11 и 7 ‰ даже при увеличении водности не превысят 3,2 и 0,98 тыс. км², соответственно (рис. 12).

Таким образом, в период до 2030 г. при увеличении водности Азовского бассейна лимитирующие границы уровней солености могут

благоприятствовать некоторому увеличению запасов только тарани и только при оптимистичном сценарии. Районы с границами солености 11 ‰ и ниже не достигнут размера 7 тыс. км², необходимого для начала активного роста популяции судака. Площадь зон с соленостью менее 7 ‰ во всех сценариях остается менее 1 тыс. км², что свидетельствует о низкой вероятности существенного роста запаса леща на период до 2030 г.


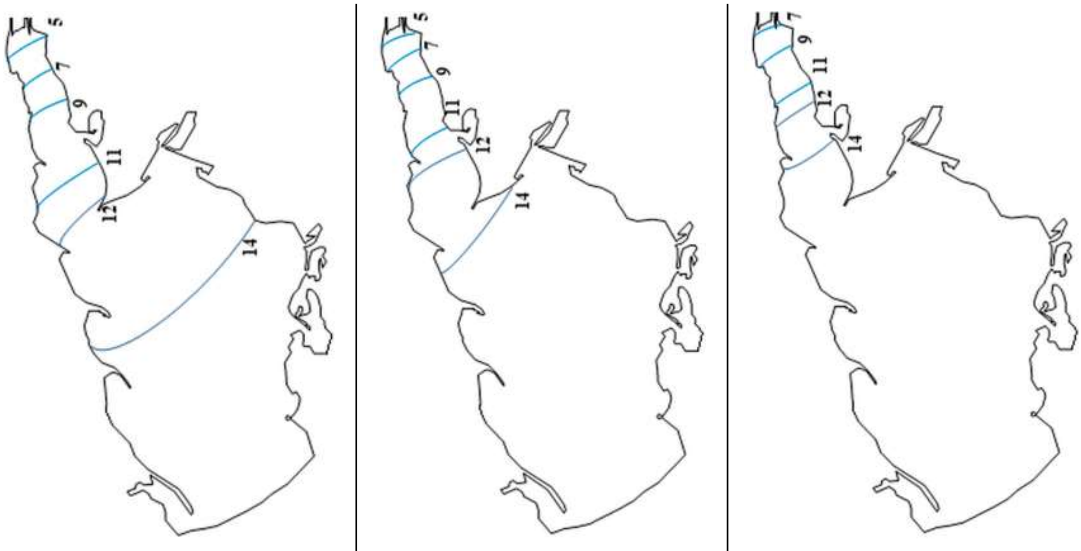
Распределение солёности в 2022 г., ‰ Salinity distribution in 2022, ‰	Сценарии развития ситуации к 2030 г. Scenarios for the development of the situation by 2030	Распределение солёности, ‰ Salinity distribution, ‰
<p>среднегодовая average annual</p> 	<p>«Оптимистичный» Средняя солёность 14,3 ‰ Ареал с солёностью менее 13 ‰ — 13,9 тыс. км² Ареал с солёностью менее 11 ‰ — 3,11 тыс. км² Ареал с солёностью менее 7 ‰ — 0,98 тыс. км² “Optimistic” Average salinity is 14.3 ‰ Area with salinity less than 13 ‰ is 13.9 thousand km² Area with salinity less than 11 ‰ is 3.11 thousand km² Area with salinity less than 7 ‰ is 0.98 thousand km²</p> <p>«Реалистичный» Средняя солёность 15,0 ‰ Ареал с солёностью менее 13 ‰ — 5,33 тыс. км² Ареал с солёностью менее 11 ‰ — 2,25 тыс. км² Ареал с солёностью менее 7 ‰ — 0,21 тыс. км² “Realistic” Average salinity is 15.0 ‰ Area with salinity less than 13 ‰ is 5.33 thousand km² Area with salinity less than 11 ‰ is 2.25 thousand km² Area with salinity less than 7 ‰ is 0.21 thousand km²</p> <p>«Пессимистичный» Средняя солёность 17,3 ‰ Ареал с солёностью менее 13 ‰ — 1,9 тыс. км² Ареал с солёностью менее 11 ‰ — 1,68 тыс. км² Ареал с солёностью менее 7 ‰ — 0,0 тыс. км² “Pessimistic” Average salinity is 17.3 ‰ Area with salinity less than 13 ‰ is 1.9 thousand km² Area with salinity less than 11 ‰ is 1.68 thousand km² Area with salinity less than 7 ‰ is 0.0 thousand km²</p>	

Рис. 12. Расчётные площади зон с различной солёностью в Азовском море при реализации возможных сценариев до 2030 г.

Fig. 12. Estimated areas with different salinity in the Azov Sea under various possible scenarios up to 2030

ВЫВОДЫ

Анализ сложившейся ситуации позволил констатировать, что к 2023 г. в Азово-Донском районе полностью утрачены воспроизводственные мощности таких нагульно-выростных хозяйств, как Сусатско-Донское НВХ, Узьжское НВХ и Кулешовское НВХ.

В Азово-Кубанском районе:

- НВХ пойменного типа (Ейское ЭХРВР, Бейсугское НВХ) продолжают обслуживаться, но экологические условия, сложившиеся на данных предприятиях, не соответствуют биологическим потребностям полупроходных видов рыб;
- на НВХ лиманного типа (Черноерковское НВХ, Восточно-Ахтарское НВХ) сохраняются благоприятные условия для воспроизводства полупроходных видов рыб.

Состояние запаса судака в Азовском море после 2013 г. зависит не только от уровня пополнения молодь от искусственного воспроизводства, но и от условий ее нагула в море. В связи с неблагоприятным гидролого-гидрохимическим режимом на НВХ пойменного типа, наблюдаемым с 2020 г., воспроизводство судака на этих акваториях прекращено. Эффективное воспроизводство судака сохранилось только в водоемах НВХ лиманного типа, которые в современный период выполняют роль рефугиумов из-за неудовлетворительных условий в Азовском море.

В динамике общего запаса тарани в Азовском море наблюдается его критическое снижение. НВХ пойменного типа критически сократили свой воспроизводственный потенциал в отношении тарани. НВХ лиманного типа сохраняют воспроизводственный потенциал и выполняют для нее функцию рефугиумов.

Влияние на популяцию леща фактора критического повышения солености вод Азовского моря, а также полное прекращение искусственного воспроизводства в связи с ликвидацией производственных мощностей привели к существенному снижению биомассы запаса этого вида. Для поддержания численности леща требуется ежегодный выпуск молоди в количестве не менее 50 млн экз.

На среднесрочную перспективу до 2030 г. возможность ощутимого восстановления имеет только тарань при условии реализации оптимистичного гидрологического сценария с увеличением водности бассейна. Во всех остальных случаях лещ, судак и тарань до 2030 г. не имеют возможности существенно увеличить свою численность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балыкин П.А., Куцын Д.Н., Орлов А.М. Изменения солености и видового состава ихтиофауны в Азовском море. *Океанология*. 2019. Т. 59, № 3: 396–404. <https://doi.org/10.31857/S0030-1574593396-404>.
2. Майский В.Н. Распределение и численность рыб Азовского моря перед зарегулированием стока р. Дона. *Труды ВНИРО*. 1955. Т. 31, вып. 2: 138–163.
3. Битехтина В.А., Гунько А.Ф., Дубинина В.Г., Ландышевская А.Е., Мусатова Г.Н., Ращеперин В.К. Современное состояние и перспективы естественного размножения и промышленного разведения проходных и полупроходных рыб Азовского бассейна. *Труды ВНИРО*. 1974. Т. 103: 150–162.
4. Жукова С.В. Обеспеченность водными ресурсами рыбного хозяйства Нижнего Дона. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2020. Т. 3, № 1: 7–19. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2020_3_1_7.
5. Горбенко Е.В., Дахно Л.Г., Павлюк А.А., Сергеева С.Г. Состояние производителей судака и тарани и обеспеченность ими нерестово-выростных хозяйств пойменного типа Краснодарского края. *Труды АзНИИРХ*. 2019. Т. 2: 201–209.
6. Порошина Е.А., Сергеева С.Г., Горбенко Е.В., Хорошельцева В.Н., Бугаев Л.А. Результаты выращивания молоди тарани (*Rutilus rutilus*, L.) в нерестово-выростных хозяйствах Краснодарского края в 2020 г. *Труды АзНИИРХ*. 2021. Т. 3: 130–136.
7. Хорошельцева В.Н., Горбенко Е.В., Полуян А.Я., Медведева А.А., Волошина М.В. Результаты воспроизводства молоди полупроходных рыб в пойменных нерестово-выростных хозяйствах Азово-Кубанского района в 2020 г. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2021. Т. 4, № 2: 40–49. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2021_4_2_40.
8. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме / под ред. И.А. Шумакова. СПб: Научное издание, 2022. 124 с.
9. Белоусов В.Н. Формирование и использование запаса полупроходного судака *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) в условиях изменяющегося режима Азовского моря : автореф. дис. канд. биол. наук. Краснодар: Изд-во Кубанского государственного аграрного университета, 2004. 23 с.
10. Дебольская Е.И., Якушев Е.В., Сухинов А.И. Формирование заморозов и анаэробных условий в Азовском море. *Водные ресурсы*. 2005. Т. 32, № 2: 171–183.
11. Аведикова Т.М. Основные закономерности формирования биомассы и продукции азовской тарани. *Труды ВНИРО*. 1975. Т. 109: 9–34.
12. Жердев Н.А., Пятинский М.М., Козоброд И.Д. Многолетняя динамика состояния запаса тарани по

- результатам моделирования CMSY с ограниченными данными (1999–2019) в Азовском море (воды России). *Рыбное хозяйство*. 2020. № 6: 88–94. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2020-6-88-94>.
13. Лещинская А.С. Выживание икры, личинок и мальков кубанской тарани в азовской воде различной солености. *Труды ВНИРО*. 1955. Т. 31, вып. 2: 97–107.
 14. Леонтьев С.Ю., Пьянова С.В., Ульченко В.А., Камшуков С.В. Методические аспекты оценки масштабов ННН-промысла во внутренних водоемах на примере отдельных регионов России. *Труды ВНИРО*. 2023. Т. 192: 139–151. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-139-151>.
 15. Дементьева Т.Ф. Изменение в распределении и темпе роста леща в Азовском море перед зарегулированием стока р. Дон. *Труды ВНИРО*. 1955. Т. 31, вып. 2: 164–174.
 16. Чередников С.Ю., Пятинский М.М., Козоброд И.Д. Многолетняя динамика состояния запаса леща по результатам моделирования CMSY с ограниченными данными (2002–2020 гг.) в Азовском море (воды России). *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2021. Т. 4, № 2: 66–79. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2021_4_2_66.
- ## REFERENCES
1. Balykin P.A., Kutsyn D.N., Orlov A.M. Changes in salinity and species composition of ichthyofauna in the Sea of Azov. *Oceanology*. 2019. Vol. 59, no. 3: 358–366. <https://doi.org/10.1134/S0001437019030020>.
 2. Mayskiy V.N. Raspreделение i chislennost' ryb Azovskogo morya pered zaregulirovaniem stoka r. Dona [Distribution and abundance of the Azov Sea fish species before regulation of the Don River flow]. *Trudy VNIRO [Proceedings of VNIRO]*. 1955. Vol. 31, issue 2: 138–163. (In Russian).
 3. Bitekhtina V.A., Gunko A.F., Dubinina V.G., Landyshevskaya A.E., Musatova G.N., Rashcheperin V.K. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy estestvennogo razmnozheniya i promyshlennogo razvedeniya prokhodnykh i poluprokhodnykh ryb Azovskogo basseyna [Current state and prospects for natural reproduction and artificial propagation of anadromous and semi-anadromous species of fish from the Azov Sea Basin]. *Trudy VNIRO [Proceedings of VNIRO]*. 1974. Vol. 103: 150–162. (In Russian).
 4. Zhukova S.V. Obespechennost' vodnymi resursami rybnogo khozyaystva Nizhnego Dona [Availability of water resources for the fisheries of the Lower Don River]. *Vodnye biorekursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*. 2020. Vol. 3, no. 1: 7–19. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2020_3_1_7 (In Russian).
 5. Gorbenko E.V., Dakhno L.G., Pavlyuk A.A., Sergeeva S.G. Sostoyanie proizvoditeley sudaka i tarani i obespechennost' imi nerestovo-vyrostnykh khozyaystv poymennogo tipa Krasnodarskogo kraya [Status of zander and roach breeders and their availability on spawning and rearing fish farms of flood recession type in the Krasnodar Krai]. *Trudy AzNIIRKH [Proceedings of AzNIIRKH]*. 2019. Vol. 2: 201–209. (In Russian).
 6. Poroshina E.A., Sergeeva S.G., Gorbenko E.V., Khorosheltseva V.N., Bugaev L.A. Rezul'taty vyra-shchivaniya molodi tarani (*Rutilus rutilus*, L.) v nerestovo-vyrostnykh khozyaystvakh Krasnodarskogo kraya v 2020 g. [Results of rearing roach (*Rutilus rutilus*, L.) juveniles in the spawning and rearing farms in the Krasnodar Territory in 2020]. *Trudy AzNIIRKH [Proceedings of AzNIIRKH]*. 2021. Vol. 3: 130–136. (In Russian).
 7. Khorosheltseva V.N., Gorbenko E.V., Poluyan A.Ya., Medvedeva A.A., Voloshina M.V. Rezul'taty vosproizvodstva molodi poluprokhodnykh ryb v poymennykh nerestovo-vyrostnykh khozyaystvakh Azovo-Kubanskogo rayona v 2020 g. [Reproduction results of the semi-anadromous fish species at the floodplain spawning and rearing farms (hatcheries) of the Azov Sea and Kuban River region in 2020]. *Vodnye biorekursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*. 2021. Vol. 4, no. 2: 40–49. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2021_4_2_40. (In Russian).
 8. Tretiy otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii. Obsheche rezyume [The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary]. I.A. Shumakov (ed.). Saint Petersburg: Naukoemkie tekhnologii [Science Intensive Technologies], 2022. 124 p. (In Russian).
 9. Belousov V.N. Formirovanie i ispol'zovanie zapasa poluprokhodnogo sudaka *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) v usloviyakh izmenyayushchegosya rezhima Azovskogo morya : avtoref. dis. kand. biol. nauk [Formation and exploitation of the semi-anadromous zander *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758) stock in the context of changing regime of the Azov Sea. Extended abstract of Candidate's (Biology) Thesis]. Krasnodar: Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet [Kuban State Agrarian University] Publ., 2004. 23 p. (In Russian).
 10. Debol'skaya E.I., Yakushev E.V., Sukhinov A.I. Formation of fish kills and anaerobic conditions in the Sea of Azov. *Water Resources*. 2005. Vol. 32, no. 2: 151–162. <https://doi.org/10.1007/s11268-005-0020-5>.
 11. Avedikova T.M. Osnovnye zakonomernosti formirovaniya biomassy i produktsii azovskoy tarani [Main regularities in the biomass and production of Azov

- roach]. *Trudy VNIRO [Proceedings of VNIRO]*. 1975. Vol. 109: 9–34. (In Russian).
12. Zherdev N.A., Pyatinskiy M.M., Kozobrod I.D. Mnogoletnyaya dinamika sostoyaniya zapasa tarani po rezul'tatam modelirovaniya CMSY s ogranichennymi dannymi (1999–2019) v Azovskom more (vody Rossii) [Stock assessment and long-term dynamics of Azov Sea roach (Russian waters), based on CMSY model for data-limited modelling in period (1999–2019)]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*. 2020. No. 6: 88–94. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2020-6-88-94>. (In Russian).
 13. Leshchinskaya A.C. Vyzhivanie ikry, lichinok i mal'kov kubanskoj tarani v azovskoy vode razlichnoj solenosti [Survival of the eggs, larvae and fry of the Kuban roach in the Azov Sea waters of various salinity]. *Trudy VNIRO [Proceedings of VNIRO]*. 1955. Vol. 31, issue 2: 97–107. (In Russian).
 14. Leontyev S.Yu., Pyanova S.V., Ulchenko V.A., Kamshukov S.V. Metodicheskie aspekty otsenki masshtabov NNN-promysla vo vnutrennikh vodoemakh na primere otdel'nykh regionov Rossii [Methodological aspects of assessing the scale of IUU fishing in inland water bodies by the example of individual regions of Russia]. *Trudy VNIRO [Proceedings of VNIRO]*. 2023. Vol. 192: 139–151. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-139-151>. (In Russian).
 15. Demytyeva T.F. Izmenenie v raspredelenii i tempe rosta leshcha v Azovskom more pered zaregulirovaniem stoka r. Don [Changes in the distribution and growth rate of bream in the Azov Sea before regulation of the Don River flow]. *Trudy VNIRO [Proceedings of VNIRO]*. 1955. Vol. 31, issue 2: 164–174. (In Russian).
 16. Cherednikov S.Yu., Pyatinskiy M.M., Kozobrod I.D. Mnogoletnyaya dinamika sostoyaniya zapasa leshcha po rezul'tatam modelirovaniya CMSY s ogranichennymi dannymi (2002–2020 gg.) v Azovskom more (vody Rossii) [Long-term dynamics of the bream stocks in the Azov Sea (Russian waters) based on the results of CMSY modeling under the conditions of limited data availability (2002–2020)]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*. 2021. Vol. 4, no. 2: 66–79. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2021_4_2_66. (In Russian).

Для цитирования: Мирзоян А.В., Белоусов В.Н., Шевченко В.Н., Полин А.А., Рыбальченко А.Д., Порошина Е.А. Искусственное воспроизводство полупроходных видов рыб при разных сценариях развития гидрологической обстановки в Азовском море. Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6, № 4: 91–108.

Об авторах:

Мирзоян Арсен Вячеславович, кандидат биологических наук, заместитель директора Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), руководитель Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (105187, г. Москва, Окружной проезд, 19), arsenfish@vniro.ru; mirzoyanav@azniirkh.vniro.ru

Белоусов Владимир Николаевич, кандидат биологических наук, заместитель руководителя Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), belousovn@azniirkh.vniro.ru

Шевченко Виктория Николаевна, кандидат биологических наук, начальник центра аквакультуры Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), shevchenkovn@azniirkh.vniro.ru

Полин Антон Алексеевич, кандидат биологических наук, заведующий сектором искусственного воспроизводства Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), polinaa@azniirkh.vniro.ru

Рыбальченко Алла Дмитриевна, заведующая сектором пресноводной аквакультуры Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), rybalchenkoad@azniirkh.vniro.ru

Порошина Елена Анатольевна, главный специалист лаборатории проходных и полупроходных рыб Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), poroshinaea@azniirkh.vniro.ru

Поступила в редакцию 30.10.2023

Поступила после рецензии 16.11.2023

Принята к публикации 20.11.2023

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант.

Received 30.10.2023

Revised 16.11.2023

Accepted 20.11.2023

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.