



Обзорные статьи

УДК 639.2.052.3

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2024_7_3_7

EDN: ADRRSC



СЦЕНАРНЫЙ ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЫБОЛОВСТВА И УЛОВОВ РЫБ В АЗОВСКОМ МОРЕ В УСЛОВИЯХ СОКРАЩЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПРЕСНОВОДНОГО СТОКА И РОСТА СОЛЕННОСТИ

А. В. Мирзоян^{1,2}, В. Н. Белоусов², В. А. Шляхов²,
С. И. Дудкин^{2,3*}, В. А. Лужняк², В. П. Надолинский²

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

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

³Южный федеральный университет (ФГАОУ ВО «ЮФУ»), Ростов-на-Дону 344006, Россия

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

Аннотация

Введение. Сокращение объема пресноводного стока и повышение солености Азовского моря сопровождаются глубокой перестройкой гидробиоценозов, состава и численности разных экологических групп ихтиофауны. Резкие изменения состава и численности объектов сырьевой базы делают неэффективными традиционные виды рыболовства и диктуют необходимость разработки новых видов промысла. **Актуальность.** Разработка возможных сценариев развития сырьевой базы рыболовства на ближайшие 5–10 лет необходима для обеспечения устойчивости функционирования рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря. **Цель** работы — провести анализ динамики состава промысловых уловов рыб в Азовском море в современный период осолонения моря и разработать возможные сценарии состояния запасов и уловов объектов промысла на перспективу 3–10 лет для обоснованного управления рыболовством и нормирования промысла. **Методы.** При разработке возможных сценариев использованы данные по фактической динамике и трендам изменения сырьевой базы в периоды-аналоги, а также данные об экологической валентности представителей разных экологических групп рыб на разных стадиях онтогенеза в отношении солености. **Результаты.** Разработаны 3 основных разнoverоятностных сценария изменения численности и биомассы разных экологических групп рыб, являющихся главными объектами промышленного рыболовства в Азовском море, и даны рекомендации по адаптации промысла к изменениям сырьевой базы. **Выводы.** Прогнозируется дальнейшее сокращение промыслового значения рыб пресноводного комплекса и генеративно-пресноводных проходных

и полупроходных рыб, а также бычков и тюльки. Сократится роль черноморских мигрантов — хамсы, кефалей, барабули, ставриды, саргана. Основными объектами рыболовства становятся морские рыбы — акклиматизант пиленгас и камбала-калкан.

Ключевые слова: Азовское море, соленость, рыбы, прогноз изменений, сырьевая база, промышленное рыболовство, управление

SCENARIO FORECAST OF THE DEVELOPMENT OF THE FISHERY RESOURCES AND FISH CATCHES IN THE AZOV SEA IN THE CONTEXT OF DECLINING FRESHWATER RUNOFF AND INCREASING SALINITY

A. V. Mirzoyan^{1,2}, V. N. Belousov², V. A. Shlyakhov²,
S. I. Dudkin^{2,3*}, V. A. Luzhnyak², V. P. Nadolinskiy²

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

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

³Southern Federal University (FSAEI HE "SFedU"), Rostov-on-Don 344006, Russia

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

Abstract

Background. The reduction in freshwater runoff and the increase in the Azov Sea salinity are accompanied by a drastic transformation of aquatic biocenoses, as well as restructuring of various ecological groups of the ichthyofauna. Abrupt changes in the composition and abundance of fishing targets render traditional approaches to fishing ineffective and dictate the need to develop new kinds of fishery.

Relevance. Identification of possible scenarios of the fishery resource development for the next 5–10 years is necessary to ensure the fisheries sustainability in the Azov Sea Basin. The *aim* of this work is to analyze the dynamics of the composition of commercial fish catches in the Azov Sea in the modern period of the sea salinization and to develop possible status scenarios for the stocks and catches of fishing targets for the next 3–10 years to substantiate fisheries management and regulation.

Methods. In the course of developing such scenarios, the data on the actual dynamics and trends in the fishery resource changes during the comparable periods have been used, as well as the data on the ecological valence of the representatives of various ecological groups of fish at different stages of their ontogenesis in terms of their salinity tolerance. **Results.** 3 main unequally probable scenarios of changes in the abundance and biomass of various ecological groups of fish—primary industrial-scale fishing targets in the Azov Sea—have been developed; the recommendations for adapting the existing fishing practices to the changes in the fishery resources have been given. **Conclusion.** A further decrease in the commercial importance is predicted for the freshwater fish species, freshwater-spawning anadromous and semi-anadromous fish species, as well as for gobies and Black and Caspian Sea sprat (tyulka). The role of Black Sea migrants—European anchovy, grey mullets, red mullet, Mediterranean horse mackerel, garfish—will be reduced. Marine fish species—acclimatized so-iuy mullet and Black Sea turbot (kalkan)—will become the main fishing targets.

Keywords: Azov Sea, salinity, fish species, forecast of changes, fishery resources, industrial fishing, fisheries management

ВВЕДЕНИЕ

С 2006 г. началась фаза роста уровня солёности воды Азовского моря, связанная с устойчивым сокращением объема речного пресноводного стока, преимущественно р. Дон [1]. При этом вплоть до 2012 г. значения солёности находились в диапазоне, характерном и традиционном для периодических колебаний данного абиотического фактора в Азовском море (10–12 ‰), и не приво-

дили к устойчивой перестройке его гидробиоценозов, включая ихтиоценозы. Однако с 2012 г. незначительный ежегодный количественный рост солёности начал вызывать качественное изменение условий среды обитания гидробионтов, сопровождавшееся значимыми изменениями видового состава тех из них, которые составляют основу кормовой базы рыб, а также изменениями ареалов воспроизводства и нагула многих видов рыб

[2]. От 2006 к 2022 г. среднегодовой рост солености вод Азовского моря составил 0,31 ‰, что за 17 лет привело к дополнительным 5,3 ‰ накопленной солености [3, 4]. В результате соленость Азовского моря достигла рекордных за период инструментальных наблюдений значений, что приблизило ее к солености поверхностных вод Черного моря и привело к кардинальной перестройке гидробиоценозов, включая ихтиоценозы.

Промысловая ихтиофауна Азовского моря в период 2006–2012 гг. включала порядка 48 традиционных для промышленного рыболовства видов рыб, объединенных в 22 единицы промыслового регулирования, состоящие из 39 видов водных биологических ресурсов. Например, 2 биологических вида аборигенных кефалей — сингиль *Chelon auratus* (Risso, 1810) и лобан *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) — согласно Распоряжению Правительства РФ от 18 ноября 2017 г. № 2569-р «Об утверждении перечней видов водных биологических ресурсов, в отношении которых осуществляются промышленное и (или) прибрежное рыболовство...» составляли 1 вид водного биоресурса «Кефали (виды родов *Mugil*, *Liza*)» и 2 единицы промыслового регулирования — «Кефали в районе добычи Азовское море» и «Кефали в районе добычи Черное море». Другой пример — несколько биологических видов бычков (кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), песочник *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), сирман *Ponticola syrman* (Nordmann, 1840), травяник *Zosterisessor ophiocephalus* (Pallas, 1814), мартовик *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814), рыжик *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874), цуцик *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814), гонец *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857)) и некоторые другие биологические виды объединены в 1 вид водного биоресурса «Бычки (виды родов *Hemitripterus*, *Enophrys*, *Melletes*, *Hemilepidotus*, *Gymnacanthus*, *Gobius*, *Neogobius*, *Mesogobius*, *Zosterisessor*, *Myoxocephalus*, *Cottus*, *Triglopsis*, *Gobisculus*, *Pomatoschistus*, *Taurulus*, *Alcichthys*, *Triglops*)» и составляли 2 единицы промыслового регулирования — «Бычки в открытой части Азовского моря» и «Бычки в лиманах и 5-км прибрежной части Азовского моря». К 2022 г. из числа промысловых видов вследствие низкой численности и введения запрета на промысел выбыли чехонь, судак и берш.

Все это многообразие биологических видов и объектов промысла было представлено рыбами

разных экологических групп, которые возможно классифицировать тем или иным образом по экологической валентности каждого вида в отношении различных факторов среды обитания, проявляемой на разных стадиях онтогенеза и даже на одной стадии индивидуального развития в ходе жизненного цикла (например, при ежегодных нерестовых миграциях средне- и долгоцикловых проходных рыб). Поскольку главным экологическим фактором в иницировании трансформации ихтиоценозов на современном этапе является соленость среды обитания, становится целесообразным анализ динамики промысловой численности групп рыб, которых объединяют общие элементы экологической валентности к указанному экологическому фактору.

Целью работы было проведение анализа динамики состава промысловых уловов рыб в Азовском море (включая Керченский пролив, все заливы и бухты, лиманы и низовья рек Дон, Кубань и Протока, где осуществляется промысел) в современный период осолонения моря, поиск периодов-аналогов, а также разработка возможных сценариев состояния запасов и уловов объектов промысла на ближайшую перспективу 3–10 лет и некоторых предложений по регулированию промысловых нагрузок.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для общего анализа взят период от начала роста солености (2006 г.) по 2022 г. включительно. Данные об уловах рыб в Азовском море основаны на материалах промысловой статистики пользователей Российской Федерации, которые получает Азово-Черноморское территориальное управление Росрыболовства, и (до 2022 г.) пользователей Украины, чья промысловая статистика размещена на официальном сайте Госрыбгентства Украины. Началом сравниваемого периода в целях выявления изменений промысловых уловов принимается 2013 г., когда рост солености в Азовском море только начал выходить за пределы диапазона естественных многолетних колебаний, а сезонное распределение и миграции рыб еще носили достаточно традиционный характер. Окончанием сравниваемого периода принимается 2022 г.

Все виды рыб и виды водных биологических ресурсов объединены в 4 крупные экологические группы.

Группу 1 составляют пресноводные рыбы, которые размножаются исключительно в пресной воде

и обитают во взрослом состоянии в течение всего жизненного цикла в районах с низкой, не более 5–7 ‰, соленостью — в низовьях рек и в опресненных лиманах. В эту группу входят карась серебряный *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, окунь речной (пресноводный) *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, сом обыкновенный (пресноводный) *Silurus glanis* Linnaeus, 1758, густера *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), линь *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), жерех *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), берш *Sander volgensis* (Gmelin, 1789), щука обыкновенная *Esox lucius* Linnaeus, 1758, подуст обыкновенный *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758), ерш обыкновенный (пресноводный) *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758), уклейка обыкновенная *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), верховка обыкновенная *Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843), вьюн обыкновенный *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758), а также объекты искусственного зарыбления толстолобика белый *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) и пестрый *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845) и белый амур *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844).

Группу 2 составляют проходные и полупроходные рыбы, размножение которых происходит в пресной воде, а нагульный ареал охватывает морские районы от слабосоленоватых до солоноватых и соленых. В указанную группу входят сельдь черноморско-азовская проходная *Alosa immaculata* Bennett, 1835, тарань *Rutilus heckelii* (Nordmann, 1840), судак обыкновенный *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), лещ обыкновенный *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), рыбец *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) и чехонь *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758). К данной группе могут быть отнесены и все проходные виды осетровых рыб (русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833, севрюга *Acipenser stellatus* Pallas, 1771, белуга *Huso huso* (Linnaeus, 1758)), но в рассматриваемый период перечисленные виды не являлись объектами промышленного рыболовства, их промысел был запрещен и данные об уловах по указанным причинам отсутствуют.

Группу 3 составляют морские рыбы, весь жизненный цикл которых проходит в море, хотя для размножения они могут мигрировать в прибрежные районы, в т. ч. опресненные. К указанной группе отнесены только черноморско-азовская *Clupeonella cultriventris* (Nordmann, 1840), бычки,

акклиматизант пиленгас *Planiliza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845) и азовская камбалка *Scophthalmus maeoticus* (Pallas, 1814).

Группу 4 составляют морские рыбы, основной ареал которых находится в Черном море и только часть популяций которых заходит в теплый период года в Азовское море для нагула (кефали сингиль *Chelon auratus* (Risso, 1810) и лобан *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, барабули обыкновенная *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 и полосатая *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758, ставрида средиземноморская *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), сарган обыкновенный *Belone belone* (Linnaeus, 1761), пузанок азовский *Alosa tanaica* (Grimm, 1901), смарида *Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810, атерины южноевропейская *Atherina boyeri* Risso, 1810 и атлантическая *Atherina hepsetus* Linnaeus, 1758, луфарь *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766)). К этой же группе отнесена и азовская хамса — локальная популяция анчоуса европейского *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), чей нагул и размножение происходят в теплый период года в Азовском море, где и формируется полностью ее запас, но которая осуществляет зимовку в Черном море, где и ведется ее основной промысел.

Дополнительно для разработки прогноза динамики запаса описанных групп рыб при разных сценариях дальнейшего изменения солености моря был применен метод «периодов-аналогов», когда определенным наблюдаемым диапазонам солености соответствовали известные оценки состояния запаса и имелись данные о фактических уловах интересующего вида водного биоресурса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прогноз динамики состояния системы «запас–промысел» для основных промысловых объектов разработан для 3 основных наиболее реалистичных и вероятных сценариев динамики солености воды в Азовском море на перспективу 2024–2030 гг., которые отличаются вероятностью реализации.

Сценарий 1, при котором средняя соленость к 2030 г. несколько увеличится по сравнению с современным уровнем и составит $15,0 \pm 0,40$ ‰ с межгодовыми колебаниями в диапазоне 14,5–16,5 ‰, прогнозируется наиболее вероятным (оправдываемость порядка 75–80 %).

Сценарий 2, при котором рост солености будет продолжаться наблюдаемыми темпами, что при-

ведет к солёности моря на уровне $17,3 \pm 0,40$ ‰ с межгодовыми колебаниями в диапазоне 15,5–18,5 ‰, менее вероятен (оправдываемость порядка 15–20 ‰). При этом сценарии солёность вод Азовского моря практически сравнивается с солёностью поверхностных вод Чёрного моря.

Сценарий 3, предполагающий устойчивое увеличение многоводного пресноводного стока и опреснение моря до уровня $14,3 \pm 0,22$ ‰ с межгодовыми колебаниями в диапазоне 13,0–14,5 ‰, наименее вероятен (оправдываемость менее 5 ‰).

При реализации Сценария 1 принято состояние системы «запас–промысел», близкое к современному «периоду-аналогу», характеризуемому среднегодовыми показателями периода 2019–2021 гг. Сценарий 3 предполагает возвращение ситуации с запасами и выловом к «периоду-аналогу» 2008–2010 гг.

Анализируемый десятилетний период постепенного роста солёности Азовского моря (2013–2022 гг.) характеризовался сокращением площади опреснённых прибрежных зон в восточной части моря и в Таганрогском заливе, а также в морских лиманах Ейском, Бейсугском и Ахтарском, что, прежде всего, должно было негативно сказаться на условиях формирования запаса и численности пресноводных, проходных и полупроходных рыб и положительно отразиться на условиях формирования запаса и численности морских рыб, включая группу черноморских мигрантов. В распределении рыб очевидно, что основная часть ареала первых двух групп рыб (пресноводные и анадромные) была приурочена к опреснённой восточной части

моря, Таганрогскому заливу и азовским лиманам Краснодарского края, а морских рыб — к более осолонённым центральной и западной частям моря. Это подтверждается соотношением уловов рыб разных экологических групп в 2013 г. (табл. 1).

Так, уловы группы пресноводных рыб в Российской Федерации (побережье Краснодарского края и Ростовской области) в 257 раз превышали уловы Украины (побережье Донецкой, Запорожской, Херсонской областей и Крымского полуострова). По группе проходных и полупроходных рыб улов пользователей Российской Федерации превышал улов пользователей Украины уже только в 2,8 раза, и это «выравнивание» различий улова со стороны Украины обеспечивалось практически только одним видом водного биоресурса — сельдью черноморско-азовской проходной, в обеспечении объёма вылова которой большую роль играет промысловый район Керченского пролива, где сельдь эффективно облавливается объёмными жаберными сетями в западной (на тот момент времени украинской) более глубоководной части пролива во время ежегодной нерестовой миграции весной из Чёрного моря в Азовское и зимовальной миграции осенью обратно.

Данные промысловой статистики за 2013 г. показывают, что улов группы жилых морских рыб, а соответственно, и биомасса промысловых популяций, были более значительными в центральной, северной и западной частях моря, где улов пользователей Украины по объёму в 3,6 раза превышал улов пользователей Российской Федерации. Эта группа рыб имела более высокое,

Таблица 1. Улов рыб разных экологических групп в Азовском море (включая улов сельди и хамсы в Чёрном море) Российской Федерации и Украины в 2013 г., т

Table 1. Catches of the fish species belonging to various ecological groups in the Azov Sea (including the catches of Black Sea (Pontic) shad and European anchovy in the Black Sea) by the Russian Federation and Ukraine in 2013, t

Группа рыб Group of fish species	Россия Russia	Украина Ukraine	Всего Total	Азовское море Azov Sea	Чёрное море Black Sea
Пресноводные Freshwater	2208,200	8,601	2216,801	2216,801	–
Проходные и полупроходные Anadromous and semi-anadromous	691,150	249,082	940,232	893,285	46,947
Морские жилые Marine residents	6051,210	21687,101	27738,311	27738,311	–
Морские мигранты Marine migrants	20791,180	33981,676	54772,856	11034,648	43738,208
Всего улов рыбы Total fish catch	29741,740	55926,460	85668,200	41883,045	43785,155

по сравнению с пресноводными и проходными рыбами, промысловое значение, и ее доля в общем улове рыб в Азовском и Черном морях составляла 32 %, причем в Азовском море она обеспечила 66 % от общего улова (табл. 1).

Основной промысловой группой рыб в Азовском море в 2013 г. являлась группа черноморских мигрантов, обеспечившая 64 % объема общего улова рыбы. При этом абсолютным доминантом из всех видов водных биоресурсов этой группы являлась азовская хамса, доля которой в общем объеме вылова рассматриваемой группы составила 99,4 %, причем в Азовском море было выловлено 10732,277 т (19,7 %) и в Черном море — 43738,208 т (80,3 %).

Десятилетие последовательного и устойчивого повышения солености к 2022 г. привело к определенным изменениям структуры улова рыб разных экологических групп в Азовском море (табл. 2).

Как видно из сравнения данных табл. 1 и 2, общий вылов рыбы в Азовском море в течение 10-летнего периода сократился в 4 раза. Вполне очевидно, что в формировании негативной динамики объемов вылова рыбы в Азовском море внесли вклад не только изменения среды обитания, включая повышение солености вод (для некоторых морских видов вполне благоприятное), но также и высокий прессинг рыболовства, сокращавший нерестовый потенциал популяций, объемы естественного воспроизводства и пополнения промысловых запасов. Более подробно объемы недополученного (потерянного) ежегодного улова и размеры сокращения улова по каждой из рассматриваемых групп рыб приведены в табл. 3.

Как следует из данных табл. 3, в абсолютном выражении наиболее высокая доля недополученного улова приходится на группу морских мигрантов, где сокращение улова составило 37,9 тыс. т или 69 % от улова в 2013 г. Основную долю в потере объема вылова в этой группе составила азовская хамса, в отношении которой пресс промышленного рыболовства год от года усиливался вопреки негативной динамике запаса. Однако самой «пострадавшей» группой, улов которой сократился в 8,3 раза, явилась группа жилых морских рыб. Более всего сократились в указанной группе уловы бычков (в 17,7 раза) и тюльки (в 11,1 раза). В ускорении процесса сокращения запаса бычков также сыграло роль сохранение высокого пресса промышленного рыболовства в пятикилометровой прибрежной зоне Азовского моря в весенний нерестовый период на фоне депрессии нерестового стада. К сожалению, из-за длительности процедур действующих регламентов реализация научной рекомендации о прекращении специализированного промысла бычков в весенний нерестовый период произошла позже вступления в силу соответствующего нормативного правового акта (лаг 3-4 года). На фоне существенного сокращения объемов вылова тюльки и бычков отмечено увеличение вылова пиленгаса в 1,9 раза и камбалы-калкан в 265 раз (от весьма низкой исходной базы). Более выраженное сокращение уловов обеих групп морских рыб выглядит достаточно парадоксально, поскольку, на первый взгляд, рост солености в большей степени отразился на тех экологических группах, для которых

Таблица 2. Улов рыб разных экологических групп в Азовском море (включая улов сельди и хамсы в Черном море) Российской Федерации в 2022 г., т

Table 2. Catches of the fish species belonging to various ecological groups in the Azov Sea (including the catches of Black Sea (Pontic) shad and European anchovy in the Black Sea) by the Russian Federation in 2022, t

Группа рыб Group of fish species	Всего Total	Азовское море Azov Sea	Черное море Black Sea
Пресноводные Freshwater	1104,467	1104,467	–
Проходные и полупроходные Anadromous and semi-anadromous	407,196	376,493	30,703
Морские жилые Marine residents	3375,374	3375,374	–
Морские мигранты Marine migrants	16864,855	494,892	16279,233
Всего улов рыбы Total fish catch	21751,892	5351,226	16309,936

Таблица 3. Изменение объема вылова рыб разных экологических групп в Азовском море (включая улов сельди и хамсы в Черном море) в 2022 г. по сравнению с уловом в 2013 г.

Table 3. Changes in catch volumes for the fish species belonging to various ecological groups in the Azov Sea (including the catches of Black Sea (Pontic) shad and European anchovy in the Black Sea) in 2022 as compared to those of 2013

Группа рыб Group of fish species	Изменение улова за период 2013–2022 гг. Change in the catch over 2013–2022		
	Потерянный годовой вылов, т Lost annual catch, t	Доля оставшегося улова Share of the remaining catch	Сокращение улова, раз Decrease in the catch, times
Пресноводные Freshwater	1112,334	0,50	2,0
Проходные и полупроходные Anadromous and semi-anadromous	533,036	0,43	2,3
Морские жилые Marine residents	24362,937	0,12	8,3
Морские мигранты Marine migrants	37908,001	0,31	3,2
Всего улов рыбы Total fish catch	63916,308	0,25	4,0

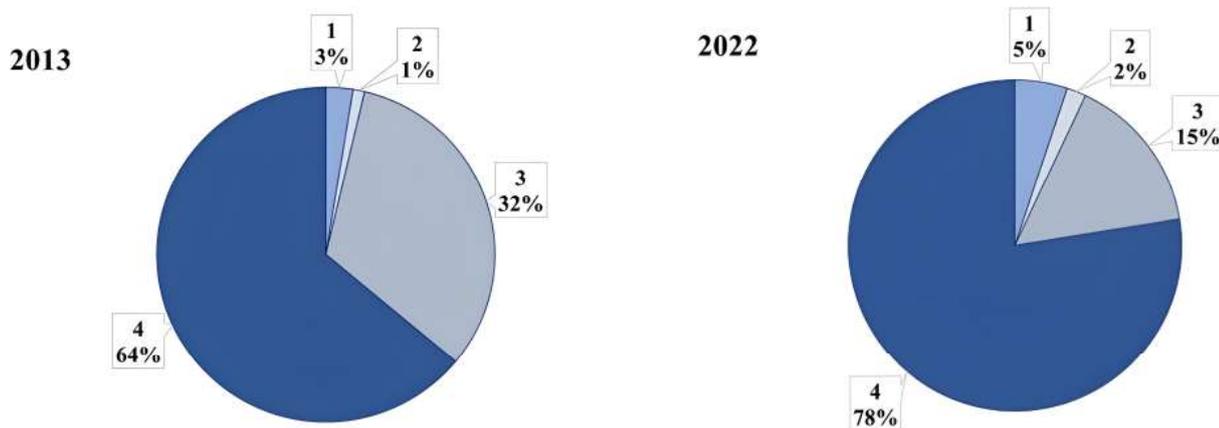
соленость теоретически не играет решающего значения в качестве ограничивающего ареал фактора: в ряде случаев решающую роль играл высокий прессинг рыболовства.

В меньшей степени — всего в 2,3 раза — сократились уловы группы проходных и полупроходных рыб, и это сокращение произошло как за счет введения запрета на промышленное и любительское рыболовство судака, берша и чехони, так и вследствие существенного сокращения объема вылова тарани. Несколько компенсировал общее сокращение улова рост объема вылова рыбака — в 1,85 раза, сельди — в 2,32 раза и леща — в 3,43 раза. Здесь, однако, следует отметить, что рост объема вылова таких видов, как лещ и рыбец, может быть обусловлен «эффектом концентрации», когда рост солености воды делает неблагоприятной для обитания значительную площадь ранее занимаемого видом ареала, и остатки популяции концентрируются на все меньшей площади, становясь все более доступными и уязвимыми для облова. При этом объем вылова (постоянный или растущий) маскирует процесс сокращения численности популяции, и после относительно стабильных высоких уловов следует «схлопывание» объема запаса и «обвал» промысла. Так, например, улов тарани с уровня 682,896 т в 2013 г. сократился к 2022 г. до 61,549 т — в 11 раз. В отношении судака, берша и чехони такое «схлопывание» запаса уже произошло ранее.

Более наглядно изменение соотношения долей анализируемых групп рыб в общем улове рыб в Азовском море показано на рисунке. При существенном сокращении общего объема вылова группа пресноводных рыб и группа проходных и полупроходных рыб увеличили относительную долю в улове в 2 раза (до 5 и 2 %, соответственно). Также выросла относительная доля (и, соответственно, увеличилось промысловое значение) группы черноморских мигрантов (до 78 %), а наиболее сократила общепромысловое значение группа морских жилых рыб.

Сравнение величин вылова рыб разных экологических групп во временном (десятилетнем) аспекте, как показывают данные табл. 1–3 и рисунка, позволяет выявить динамику и направленность основных изменений численности и обилия популяций тех или иных видов водных биоресурсов инициировать анализ причин уязвимости конкретных единиц запаса к фактору повышения солености Азовского моря с позиций анализа экологической валентности каждого биологического вида рыбы в процессе онтогенеза и в условиях жесткой межвидовой конкуренции.

Для целей прогноза дальнейшей динамики запасов основных промысловых объектов в Азовском море на перспективу 2024–2030 гг. применен метод «периодов-аналогов». При реализации Сценария 1 принимается состояние системы «запас–промысел», близкое к современному, ха-



Доли улова рыб разных экологических групп в общем улове рыб в Азовском море в 2013 и 2022 гг., %

1 — пресноводные; 2 — проходные и полупроходные; 3 — морские жилые; 4 — морские мигранты

Shares of the catches of the fish species belonging to various ecological groups in the Azov Sea in 2013 and 2022, %

1 — freshwater; 2 — anadromous and semi-anadromous; 3 — marine residents; 4 — marine migrants

рактируемому среднегодовыми показателями 2019–2021 гг. Сценарий 3 предполагает возвращение ситуации с запасами и выловом к периоду 2008–2010 гг.

Среднегодовые значения биомассы и вылова главных единиц запасов жилых морских, мигрирующих морских, а также проходных и полупроходных рыб в периоды 2008–2010 и 2019–2021 гг. представлены в табл. 4.

Как видно из данных табл. 4, для многих видов из представленных групп соотношение запас/вылов не является линейной функцией, что, очевидно, обусловлено воздействием дополнительных факторов — например, нормативной возможностью осуществлять промысел или экономическими причинами. Для Сценария 2 прогнозные значения биомассы запаса и вылова на перспективу 2030 г. рассчитаны пропорционально темпам изменения (сокращения/увеличения) биомассы между 2008–2010 и 2019–2021 гг. Итоговые прогнозные величины биомассы запаса и вылова для всех 3 сценариев представлены в табл. 5.

Как видно из данных табл. 5, для морских рыб-мигрантов, воспроизводство которых происходит в Черном море, различия между Сценариями 1 и 2 отсутствуют, в отличие от хамсы, испытывающей в Азовском море жесткую пищевую конкуренцию со стороны желетелых. При этом хамса, как и остальные рыбы-мигранты, является теплолюбивым видом, для которого потепление климата является благоприятным фактором, снижающим естественную смертность во время зимовки в

Черном море. Вместе с тем, на ранних стадиях онтогенеза планктоноядной хамсы пищевая конкуренция со стороны медуз и гребневиков нивелирует благоприятный эффект теплых зим. При реализации Сценария 2 условия воспроизводства и нагула хамсы в Азовском море еще более ухудшатся из-за расширения продолжительности сроков негативного воздействия желетелых.

Для барабули, кефалей и ставриды Азовское море играет второстепенное значение для воспроизводства по сравнению с Черным морем, и климатические изменения по Сценарию 2 окажут незначительное влияние на их запас и уловы.

Для группы проходных и полупроходных видов рыб показатели запаса и вылова для всех сценариев приведены при условии сохранения существующих тенденций в объемах искусственного воспроизводства и норм изъятия промыслом.

В целом, для системы «запас–промысел» в Азовском море наиболее благоприятен Сценарий 3 — возвращение к базовому состоянию 2008–2010 гг., при котором средняя суммарная биомасса морских жилых рыб и морских мигрантов превышает 350 тыс. т, а вылов — 38 тыс. т. В структуре запаса и вылова при развитии экологической ситуации по Сценарию 3 роль главных объектов сырьевой базы рыболовства будут играть тюлька, хамса, бычки и пиленгас. Однако этот сценарий наименее вероятен.

Сценарий 1 обеспечит более хорошее состояние биомассы запаса по сравнению со Сценарием 2 (180–240 и 100–180 тыс. т, соответственно). Одна-

Таблица 4. Среднегодовые значения биомассы запаса и вылова важнейших видов/групп видов рыб в 2008–2010 и 2019–2021 гг. в Азовском море, тыс. т**Table 4.** Average annual values of stock biomass and catch for the most commercially important fish species/groups of fish species in 2008–2010 and 2019–2021 in the Azov Sea, thousand tons

Вид/группа рыбы Species/group of fish species	Биомасса запаса Stock biomass		Улов Catch	
	2008–2010	2019–2021	2008–2010	2019–2021
Проходные и полупроходные / Anadromous and semi-anadromous				
Сельдь черноморско-азовская проходная Anadromous Black Sea (Pontic) shad	1,3	2,1	0,013	0,199
Тарань Roach	1,3	0,6	0,103	0,283
Судак Zander	0,5	0,8	0,074	–
Морские жильцы / Marine residents				
Бычки Gobies	145	73	9,651	10,624
Тюлька Black and Caspian Sea sprat (tyulka)	343	172	9,359	6,406
Пиленгас So-iuy mullet	31	12	6,497	1,094
Камбала-калкан Black Sea turbot (kalkan)	0,5	1,8	0,009	0,038
Морские мигранты / Marine migrants				
Хамса азовская European anchovy (Azov stock)	215,0	89	7,867	1,098
Барабуля Red mullet	1,7	10,9	0,025	0,167
Ставрида Mediterranean horse mackerel	2,3	49	0,009	0,149
Кефали Grey mullets	0,7	6	0,072	0,130

ко объем вылова при Сценариях 1 и 2 сильно различаться не будет, в отличие от его структуры. При дальнейшем увеличении солености на первое место в объемах вылова может выйти пиленгас.

В рамках регулирования рыболовства реализация рассмотренных сценариев в разной степени затронет разные виды существующего промысла. Все многообразие существующих видов и способов добычи водных биоресурсов в Азовском море можно свести к двум основным — судовому промыслу с применением судов рыбопромыслового флота с главным двигателем мощностью более 55 кВт и валовой вместимостью более 80 т и береговому промыслу со стационарными и активными орудиями добычи, обслуживаемыми в прибрежной зоне с использованием маломерных судов, в т. ч. вспомогательных и несамоходных.

Для современного судового промысла значение имеют 3 вида рыб — тюлька, азовская хамса и бычки. Для берегового промысла, осуществляемого в 5-километровой прибрежной зоне Азовского моря, Керченском проливе, Таганрогском заливе, низовьях рр. Дон и Кубань с Протокой, перечень главных объектов промышленного рыболовства гораздо шире — пиленгас, камбала-калкан, тюлька, бычки, аборигенные кефали, барабуля, сарган, ставрида, карась и другие рыбы.

Прогноз различных сценариев развития динамики пресноводного стока и солености вод Азовского моря в перспективе до 2030 г. показывает, что с высокой степенью вероятности в ближайшее время зимний судовый промысел тюльки тралами и осенний судовый промысел бычков механическими драгами полностью потеряет эффектив-

Таблица 5. Прогноз величины запаса/вылова промысловых рыб в Азовском море к 2030 г. при разных сценариях динамики солености, тыс. т

Table 5. Forecast of the stock/catch volumes for commercially important fish species in the Azov Sea by 2030 under different scenarios of salinization, thousand tons

Вид/группа рыб Species/group of fish species	Сценарии динамики солености Азовского моря, ‰ Scenarios of salinization of the Azov Sea, ‰		
	1	2	3
Полупроходные / Semi-anadromous			
Лещ Common bream	0,5 / 0,02		0,7 / 0,07–0,10
Тарань Roach	Введение запрета на промысел Introduction of the fishing ban		0,8 / 0,13–0,20
Морские жилые / Marine residents			
Тюлька Black and Caspian Sea sprat (tyulka)	40–80 / 1,5–3,0	20–50 / 0,5–1,5	100–150 / 4–10
Бычки Gobies	7,5–15 / 0,4–3,0	Утрата судового промысла. Сохранение прилова Absence of industrial-scale fishing. Continued occurrence in by-catch	15–30 / 3–7
Пиленгас So-iuy mullet	14–24 / 2,0–5,0		11–14 / 1–3
Камбала-калкан Black Sea turbot (kalkan)	3–5 / 0,7–1,0		0,5–1,0 / 0,1–0,3
Морские мигранты / Marine migrants			
Хамса European anchovy	70–130 / 10–20	35–60 / 8–15 Подавление желетельными Suppression by jellyfish and ctenophores	140–200 / 25–40
Черноморские мигранты (кефали, барабуля, сарган и другие) Black Sea migrants (grey mullets, red mullet, garfish and others)	(0,5)		(0,3)
Всего Total	(20,42–48,02)	(17,02–38,52)	(38,9–76,1)

ность вследствие дальнейшего сокращения запасов. Массовое сезонное развитие популяций медуз уже сделало неэффективным также и весь осенний судовой промысел хамсы тралами. К текущему времени возникли все биологические основания для введения полного запрета любого судового тралового промысла на акватории Азовского моря, который до 2013 г. многие десятилетия уже находился под строгим запретом и был введен «временно» только в 2013 г. в ограниченном «экспериментальном» режиме. Полученные результаты показали полную бесперспективность продолжения поставленного «эксперимента».

В связи с этим следует напомнить главную причину сохранявшегося длительное время запрета применения тралов в Азовском море: развитие

тралового промысла несовместимо с задачами эксплуатации моря как промыслового осетрового водоема, вследствие чего такой запрет и был введен в период СССР, который характеризовался развитым многовидовым составом сырьевой базы и относительно устойчивым ведением осетрового хозяйства. И если ставить целью быстрое развитие осетрового хозяйства в Азовском море с максимально эффективным восстановлением промыслового значения особо ценных осетровых видов рыб (для чего имеются все инфраструктурные предпосылки), то полный запрет на любой траловый промысел в Азовском море следует вводить безотлагательно.

В качестве альтернативы тралам можно использовать эффективные и безопасные для донных рыб

конструкции кошельковых неводов на судовом промысле пелагических рыб — хамсы и тюльки, а в перспективе — и на промысле пиленгаса.

Судовой промысел бычков драгами, исходя из депрессивного состояния их запаса, в ближайшее время может быть максимально ограничен, если не полностью прекращен.

Альтернативой для обеспечения занятости азовского рыболовного флота может стать только развитие судового промысла драгами моллюсков — рапаны *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846), мидии средиземноморской *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819 и других, — а также, возможно, промысла креветок подъемными ловушками. Определенную занятость азовского рыболовного флота может обеспечить также его участие в пелагических промысловых путинах шпрота и хамсы в Черном море.

Таким образом, в современных биоэкологических условиях функционирования экосистемы Азовское море становится морем преимущественно берегового рыбного промысла. При преобладании берегового рыбного промысла роль группы пресноводных, а также группы проходных и полупроходных рыб существенно сократится. На грани закрытия промысла находится современный промысловый запас тарани. Из всех многочисленных видов пресноводной группы сколь-нибудь видимое промысловое значение сохранит только малоценный карась. Из группы проходных и полупроходных рыб такое значение сохранит сельдь черноморско-азовская проходная, однако ее результативный промысел возможен только в двух промысловых районах — в Керченском проливе и на тоневах участка в р. Дон. В этих условиях следует продолжить процесс снижения прессинга рыболовства через сокращение перечня орудий, применяемых для добычи пресноводных, проходных и полупроходных рыб. Очевидно, что базовым универсальным орудием добычи рыбы в Азовском море должны стать ставные невода с ячеей 30–40 мм, а в низовьях рр. Дон, Кубань и Протока — закидные невода с ячеей 32–40 мм. При этом в целях сохранения остатков популяций ценных полупроходных рыб — судака и тарани — для обеспечения возможности восстановления промыслового запаса указанных видов рыб в случае наступления сценария опреснения Азовского моря, очевидно, следует ввести запрет на промысел закидными неводами во всех азовских

лиманах Краснодарского края. Поскольку ставные невода — универсальные (неспециализированные) орудия добычи, то в целях смягчения социально-экономического стресса, испытываемого азовским промышленным рыболовством в результате происходящих изменений сырьевой базы, целесообразно пересмотреть перечень объектов целевого промысла этими орудиями лова. Актуальный перечень пресноводных, проходных и полупроходных рыб возможно существенно сократить до 2-3 основных промысловых объектов (например, карася, леща и сазана), но при этом целесообразно будет расширить список объектов целевого лова этими же ставными неводами за счет пиленгаса и камбалы-калкан, возможно — кефалей и сельди (в разных районах промысла оптимальное решение может быть разным). Эта мера может стать наиболее биологически безопасным управленческим решением, направленным на преодоление действующих социально-экономических стресс-факторов, обусловленных глубокой трансформацией актуального видового состава сырьевой базы азовского промышленного рыболовства.

Для ставных неводов с шагом ячеей 10–14 мм, применяемых в основном для добычи черноморских мигрантов, также необходимо пересмотреть и оптимизировать перечень объектов целевого лова. Ранее это были так называемые «барабулечные» ставные невода, которые выставлялись только в Керченском проливе и южной части Азовского побережья. Процесс осолонения Азовского моря привел к заметному расширению ареала мелких черноморских рыб в северном направлении. Как следствие, возникла необходимость «универсализации» этой категории ставных неводов. В настоящее время перечень целевых объектов промысла такими ставными неводами расширен и включает, помимо барабули и ставриды, также саргана и креветок черноморских. Очевидно, что в процессе дальнейшей «универсализации» актуальным становится вопрос эффективного регулирования района их применения в соответствии с изменением ареалов целевых объектов промысла.

Третью «традиционную» для азовского промышленного рыболовства категорию ставных неводов составляют мелкоячейные «хамсово-тюльчанные» ставные невода, которые в Керченском проливе и южной части Азовского моря в весенний период применяются также для добычи атериных. Основные районы применения мелкоячейных

ставных неводов для добычи тюльки располагаются вдоль северного побережья Азовского моря, в северо-восточном районе от устья р. Протока до оконечности косы Долгой, а также в Таганрогском заливе. В отношении тюлечных ставных неводов исторически управленческие решения часто и значительно менялись. Связано это было с тем, что мелкочейность указанных неводов и их установка в прибрежной зоне неизбежно ведут к прилову вместе с целевым объектом — малоценной тюлькой — мальков и молоди более ценных рыб: сельди, тарани, рыба, леща, судака, бычков. Прилов молоди рыб в эти невода строго регламентируется — не более 1 % по численности от улова тюльки, и при превышении нормы прилова ставные невода необходимо привести в нерабочее состояние или снять. В Таганрогском заливе, где в основном и концентрируется молодь осетровых и частичковых видов рыб, количество ставных неводов также жестко ограничивалось и выставлять их разрешалось только глубже 5-метровой изобаты. Постепенно многие ограничения были отменены, а возможный экологический вред применения мелкочейных ставных неводов, препятствующих сохранению молоди осетровых, частичковых рыб и сельди, перестал приниматься во внимание. Наиболее вероятные сценарии динамики численности главных объектов сырьевой базы показывают дальнейшее сокращение запасов тюльки в Азовском море и угасание эффективности ее промысла ставными неводами. В этих условиях, вполне очевидно, становится актуальным вопрос сокращения района применения хамсово-тюлечных неводов. Бесперспективными в этом отношении становятся участки северо-западного побережья Азовского моря (Обиточный, Бердянский заливы) и его восточного побережья от устья р. Протока до оконечности Долгой косы. Относительно эффективным весенний промысел тюльки может остаться только в Белосарайском и Таганрогском заливах.

Что касается всех видов осеннего ставникового промысла, то опыт последних лет свидетельствует о серьезном негативном воздействии массового развития медуз на его эффективность в сентябре и октябре. Фактически осенний промысел любыми пассивными и активными орудиями добычи в Азовском море из-за развития медуз становится возможным только с первой-второй декады ноября. Для хозяйствующих субъектов, осуществляющих

промышленное рыболовство в Азовском море, «выпадение» из промыслового календаря сентября и октября (а для бычкового и ставридо-барабулечного промысла — и августа) становится главным фактором сокращения общей результативности азовского промысла, в т. ч. промысла азовской хамсы в процессе ее осенней миграции из Азовского в Черное море.

Главными объектами промысла в новых экологических условиях повышения солености Азовского моря становятся пиленгас и камбала-калкан. В отношении этих видов особенно актуальным является предотвращение применения истощительных практик и создание максимально благоприятных условий для реализации естественного нерестового потенциала их популяций. Главным фактором, определяющим динамику системы «запас–промысел» для пиленгаса и камбалы-калкан, оказывается не уровень солености вод Азовского моря (вполне благоприятный при 1-м и 2-м Сценариях), а пресс промыслового изъятия.

Для азовской популяции пиленгаса весьма актуальным является восстановление свободного прохода производителей к эффективным естественным нерестилищам в Молочном лимане и заливе Сиваш, что создаст возможность стабильного пополнения промысловой популяции новыми поколениями. Под полным запретом должны оставаться любой сетной промысел пиленгаса в Азовском море и применение полукустарных орудий лова (вентера, каравки, волокуши и т. п.). По мере увеличения биомассы промыслового запаса и приближения его к целевому ориентиру насущным станет вопрос восстановления его судового промысла кольцевыми (или кошельковыми) неводами, что возможно в перспективе до 2030 г.

Недавно возобновленный сетной промысел камбалы-калкан во многом имеет «экспериментальный» характер в части районов промысла, в которых исторически он никогда не осуществлялся (восточная часть моря), а также орудий лова (лесковые сети из монопнети) и сроков промысла (первые месяцы весеннего периода, осенний период года), что создает высокий прессинг рыболовства, который еще только предстоит оценить. Рекордные уловы камбалы-калкан в Азовском море, как показал опыт двух лет полномасштабного промысла, создали дополнительную деформацию на рынке и обусловили сокращение социально-экономических показателей деятельности рыбо-

добывающих предприятий, осуществляющих вылов калкана не только в Азовском море, но и в Черном. Также пристальное внимание должно быть уделено проблеме объективной оценки объема неразрешенного прилова азовских осетровых видов рыб в камбальные сети.

ВЫВОДЫ

В современный период под воздействием климатических и антропогенных факторов происходят беспрецедентные по глубине и продолжительности изменения среды обитания гидробионтов в Азовском море, и одним из главных изменений является рост солености морских вод. Под воздействием этих изменений трансформируются состав и объем запаса рыб разных экологических групп в соответствии с присущей каждому виду экологической валентностью в отношении солености.

За 10-летний период 2013–2022 гг. уловы рыбы в Азовском море сократились в 4 раза. Наиболее уязвимыми оказались запасы некоторых полупроходных рыб, на 2 вида которых (судак, чехонь) введен запрет промышленного рыболовства в связи с критически низкой численностью популяций. Также уязвимыми оказались запасы морских жилых рыб — бычков и тюльки, уловы которых сократились, соответственно, в 18 и 11 раз. Из группы морских рыб-мигрантов наиболее снизились запасы и уловы азовской хамсы.

В условиях глубокой трансформации морских экосистем, а также изменения объемов и структуры популяций объектов промышленного рыболовства на перспективу 2030 г. в целях оптимального использования высокого естественного биопродукционного потенциала Азовского моря и выстраивания неистощительного рыболовства следует руководствоваться следующими базовыми принципами:

1. Запасы эксплуатируемых популяций рыб в Азовском море должны поддерживаться на уровне максимальной продуктивности, соответствующей текущему состоянию среды обитания, а промысел должен изымать только такую часть биомассы запаса, которая способна обеспечить соответствующую продуктивность за счет принятия новых ограничительных мер регулирования промысла, ограничения интенсивности промыслового изъятия и сокращения прессинга рыболовства.

2. Особое внимание в выстраивании неистощительного рыболовства должно быть уделено ведению эффективной борьбы с незаконным, несообщаемым и нерегулируемым промыслом (ННН-промыслом) и недопущению перелова водных биоресурсов. Для каждого из сценариев актуальна разработка мер по определению предельно допустимых промысловых нагрузок на каждую единицу запаса, определению оптимальной и предельной численности рыбопромыслового флота и его структуры для каждой единицы запаса, районированию и эффективному ограничению количества разрешенных к применению орудий прибрежного промысла.
3. Главная роль в адекватной адаптации хозяйствующих субъектов промышленного рыболовства к резким изменениям сырьевой базы принадлежит постоянному и достаточно оперативному совершенствованию нормативно-правовой базы регулирования промысла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жукова С.В., Шишкин В.М., Карманов В.Г., Подмарева Т.И., Безрукавая Е.А., Лутынская Л.А., Бурлачко Д.С. Основные климатические тенденции в бассейне Азовского моря на перспективу до 2030 г. *Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем — 2020 : тезисы докл. Всерос. онлайн-конф. (г. Севастополь, 19–22 октября 2020 г.)*. Севастополь: Изд-во Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН», 2020: 43–45. <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-4-2>.
2. Мирзоян З.А., Мартынюк М.Л., Хренкин Д.В., Афанасьев Д.Ф. Развитие популяции сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2019. Т. 2, № 2: 27–35. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2019_2_2_27.
3. Жукова С.В., Шишкин В.М., Карманов В.Г., Подмарева Т.И., Безрукавая Е.А., Бурлачко Д.С., Лутынская Л.А., Фоменко И.Ф. Новые рекорды солености Азовского моря. *Актуальные проблемы изучения черноморских экосистем — 2020 : тезисы докл. Всерос. онлайн-конф. (г. Севастополь, 19–22 октября 2020 г.)*. Севастополь: Изд-во Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН», 2020: 41–42. <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-4-2>.
4. Шишкин В.М., Жукова С.В., Карманов В.Г., Лутынская Л.А., Бурлачко Д.С., Подмарева Т.И., Тарадина Е.А. Использование термохалинного способа

для определения квазиоднородности водных масс Азовского моря. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2022. Т. 5, № 1: 33–44. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2022_5_1_33.

REFERENCES

- Zhukova S.V., Shishkin V.M., Karmanov V.G., Podmareva T.I., Bezrukavaya E.A., Lutynskaya L.A., Burlachko D.S. Osnovnye klimaticheskie tendentsii v bassejne Azovskogo morya na perspektivu 2030 g. [Main prospective climatic trends in the Azov Sea Basin by the year 2030]. In: *Aktual'nye problemy izucheniya chernomorskikh ekosistem — 2020 : tezisy dokladov Vserossiyskoy onlayn-konferentsii (g. Sevastopol', 19–22 oktyabrya 2020 g.)* [Pressing issues of the Black Sea ecosystem research — 2020. Abstracts of the All-Russian Online Conference (Sevastopol, 19–22 October, 2020)]. Sevastopol: Federal'nyy issledovatel'skiy tsentr “Institut biologii yuzhnykh morey im. A.O. Kovalevskogo RAN” [Federal Research Center “A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas”] Publ., 2020: 43–45. <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-4-2>. (In Russian).
- Mirzoyan Z.A., Martynyuk M.L., Khrenkin D.V., Afanasyev D.F. Razvitie populyatsii stisfoidnykh meduz *Rhizostoma pulmo* i *Aurelia aurita* v Azovskom more [Development of the scyphozoan jellyfish *Rhizostoma pulmo* and *Aurelia aurita* populations in the Azov Sea]. *Vodnye biorekursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment]. 2019. Vol. 2, no. 2: 27–35. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2019_2_2_27. (In Russian).
- Zhukova S.V., Shishkin V.M., Karmanov V.G., Podmareva T.I., Bezrukavaya E.A., Burlachko D.S., Lutynskaya L.A., Fomenko I.F. Novye rekordy solenosti Azovskogo morya [New all-time high of the Azov Sea salinity]. In: *Aktual'nye problemy izucheniya chernomorskikh ekosistem — 2020 : tezisy dokladov Vserossiyskoy onlayn-konferentsii (g. Sevastopol', 19–22 oktyabrya 2020 g.)* [Pressing issues of the Black Sea ecosystem research — 2020. Abstracts of the All-Russian Online Conference (Sevastopol, 19–22 October, 2020)]. Sevastopol: Federal'nyy issledovatel'skiy tsentr “Institut biologii yuzhnykh morey im. A.O. Kovalevskogo RAN” [Federal Research Center “A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas”] Publ., 2020: 41–42. <https://doi.org/10.21072/978-5-6044865-4-2>. (In Russian).
- Shishkin V.M., Zhukova S.V., Karmanov V.G., Lutynskaya L.A., Burlachko D.S., Podmareva T.I., Taradina E.A. Ispol'zovanie termokhalinnogo sposoba dlya opredeleniya kvaziоднородности vodnykh mass Azovskogo morya [Use of the thermohaline method for determining the quasi-heterogeneity of the water masses in the Azov Sea]. *Vodnye biorekursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment]. 2022. Vol. 5, no. 1: 33–44. https://doi.org/10.47921/2619-1024_2022_5_1_33. (In Russian).

Для цитирования: Мирзоян А.В., Белоусов В.Н., Шляхов В.А., Дудкин С.И., Лужняк В.А., Надолинский В.П. Сценарный прогноз развития сырьевой базы рыболовства и уловов рыб в Азовском море в условиях сокращения объемов пресноводного стока и роста солености. *Водные биоресурсы и среда обитания*. 2024. Т. 7, № 3: 7–21.

For citation: Mirzoyan A.V., Belousov V.N., Shlyakhov V.A., Dudkin S.I., Luzhnyak V.A., Nadolinskiy V.P. Scenario forecast of the development of the fishery resources and fish catches in the Azov Sea in the context of declining freshwater runoff and increasing salinity. *Aquatic Bioresources & Environment*. 2024. Vol. 7, no. 3: 7–21.

Об авторах:

Мирзоян Арсен Вячеславович, кандидат биологических наук, заместитель директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») (105187, г. Москва, Окружной проезд, 19), руководитель Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), 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), ORCID 0000-0001-9174-7959, belousovvn@azniirkh.vniro.ru

Шляхов Владислав Алексеевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией водных биологических ресурсов Отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2), ORCID 0000-0002-9658-7250, shlyahovva@azniirkh.vniro.ru

Дудкин Сергей Иванович, кандидат биологических наук, заместитель начальника центра водных биологических ресурсов Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), доцент кафедры зоологии Южного федерального университета (ФГАОУ ВО «ЮФУ») (344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42), ORCID 0000-0002-5543-555X, dudkinsi@azniirkh.vniro.ru

Лужняк Валерий Анатольевич, кандидат биологических наук, начальник центра водных биологических ресурсов Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), ORCID 0000-0003-2710-6713, ljnyakva@azniirkh.vniro.ru

Надолинский Виктор Петрович, кандидат биологических наук, главный специалист лаборатории азовских морских рыб Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (344002, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в), nadolinskiivp@azniirkh.vniro.ru

Поступила в редакцию 15.05.2024

Поступила после рецензии 02.07.2024

Принята к публикации 04.07.2024

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант.

Received 15.05.2024

Revised 02.07.2024

Accepted 04.07.2024

Conflict of interest statement

The authors do not have any conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.