

На правах рукописи



Кожурин
Ефим Алексеевич

**БИОЛОГИЯ И ПРОМЫСЕЛ ПИЛЕНГАСА *Planiliza haematocheila*
АЗОВСКОГО МОРЯ**

1.5.13 – ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва – 2022

Работа выполнена в Азово-Черноморском филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

Руководитель:

Губанов Евгений Павлович

д-р биол. наук, главный научный сотрудник
Азово-Черноморского филиала ФГБНУ
«ВНИРО» («АзНИИРХ»)

Официальные
оппоненты:

Шибаев Сергей Вадимович,
д-р. биол. наук, профессор, зав. кафедрой
водных биоресурсов и аквакультуры
ФГБОУ ВО «КГТУ»

Герасимов Юрий Викторович, д-р биол.
наук, профессор, заместитель директора по
научной работе ФГБУН «ИБВВ РАН»

Ведущая организация:

ФГБУН Федеральный исследовательский
центр «Институт биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского РАН» (ФГБУН
ФИЦ «ИнБЮМ»), г. Севастополь

Защита состоится «6» июня 2022 г. в 12-00 часов на заседании Диссертационного совета по защите кандидатских и докторских диссертаций 37.1.001.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») по адресу: 105187, Москва, Окружной пр-д, д.19; тел.: +7 (985) 987-76-18; электронный адрес: ovilk@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «ВНИРО»:

http://www.vniro.ru/files/disser/2022/kojurin_disser.pdf

Автореферат разослан «___» 2022 г.

Учёный секретарь диссертационного
совета, кандидат географических наук

О.Ю. Вилкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В Азово-Черноморском бассейне (АЧБ) зарегистрировано около 130 видов-вселенцев. Ихтиофауна азово-черноморских вод в районе Крыма насчитывает около 140 видов морских рыб (Расс, 1993; Васильева, 2007; Болтачёв и Карпова, 2017).

Основным фактором переселения организмов в Мировом океане является судоходство и рыболовство – зарегистрировано более 3000 видов водорослей и рыб, ежегодно перевозимых в водном балласте объемом от 3 до 10 млрд тонн.

За последние 120 лет в Азово-Черноморский бассейн было преднамеренно вселено 19 видов рыб, являющихся ценными пищевыми объектами. Среди них дальневосточный пиленгас – *Planiliza haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845), относящийся к отряду кефалеобразных Mugiliformes, сем. Кефалевых Mugilidae (Jarocki, 1822), роду *Planiliza* (Whitley. 1945) (Промысловые рыбы России, 2006; Froese and Pauly, 2019) и признанный наиболее перспективным для акклиматизации.

Акклиматизация пиленгаса, начатая в начале 70-х годов XX века на Шаболатском и Тилигульском, а затем - на Хаджибейском и Тузловском лиманах в северо-западной части Чёрного моря, обеспечила первоначальный объем выпуска 22,4 тыс. сеголетков длиной 2,8-10,5 см и массой 0,3-14,1 г.

Работы по акклиматизации пиленгаса, продолженные в экспериментальных условиях в Северном Приазовье (Молочный лиман) в 1978-1985 годах, позволили создать ремонтно-маточное стадо и завершились натурализацией акклиматизанта. Осенью 1988 года большое стадо разновозрастного пиленгаса (от 2-х до 5 лет) зашло в Молочный лиман, что свидетельствовало о естественном воспроизводстве пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне.

Адаптивные возможности и потенция роста характеризовали пиленгаса как перспективный объект аквакультуры (Казанский, 1980; Казанский и Старушенко, 1984), что демонстрировалось более высокой интенсивностью наращивания массы тела пиленгаса в ремонтно-маточном стаде в Азовском море, чем в водоемах Черноморского бассейна. (Кизер, 1997).

Ареал пиленгаса сегодня охватывает Средиземное, Эгейское и Мраморное моря, Чёрное и Азовское моря, успешнее всего пиленгас освоил экосистемы Чёрного и Азовского морей. Общий ежегодный вылов этого объекта всеми причерноморскими странами, по экспертным оценкам, достигал 20 тыс. тонн (Кожурин, 2020).

Одной из основных долгосрочных целей «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2019 года №2798-р, является обеспечение национальной продовольственной безопасности, которую планируется достигнуть за счёт обеспечения среднедушевого потребления рыбы и рыбных продуктов в объеме 22-27 кг/чел.

Одним из ключевых факторов социально-экономического развития Южного федерального округа (ЮФО) является активное рыбохозяйственное освоение прибрежных акваторий АЧБ, включающих Республику Крым и Севастополь, где ведущую роль среди видов рыб, создающих основу промысла и аквакультуры, должен сыграть пиленгас.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования является актуализация современной структурной и функциональной организации популяции пиленгаса *P. Naematocheila*, интродуцированного в Азовское море, исследование закономерностей пространственных изменений, динамики параметров популяции и состояния промысла.

Для решения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Дать физико-географическую характеристику района исследований, оценку современных гидрометеорологических условий по последним данным космической информации спутников Terra, Santinel, Furuno и др.
2. Охарактеризовать размерно-массовую и возрастную структуру популяции пиленгаса, выполнить анализ их пространственных и временных изменений за период 1992-2020 годов.
3. Дать оценку естественного воспроизводства пиленгаса в современных климатических условиях с учётом динамики температуры воды, осолонения в Азовском море и Керченском проливе в течение преднерестового и нерестового периодов и их влияния на сроки нерестовых миграций производителей.
4. Провести аналитическую оценку промысловой смертности, пополнения, запаса за период 1996-2020 годов в целях получения биологических ориентиров управления запасом. Проанализировать вылов пиленгаса с начала промысловой эксплуатации (1992 год) и оценить перспективы дальнейшего освоения его ресурсов.
5. Дать краткосрочный прогноз на 2021–2023 годы азовского запаса пиленгаса.

Научная новизна полученных результатов. В рамках настоящего исследования для оценки запаса пиленгаса использована модель расширенного анализа выживания XSA (extended survivor analysis) [Shepherd, 1999; Darby, Flatman, 1994], реализованная в пакете *FLR* (Fisheries Library for *R*). Данная модель используется для оценки состояния пиленгаса впервые, так как метод площадей по данным учётных траловых съёмок с 2009 года признан малопоказательным, что приводит к недостаточно обоснованным мерам регулирования его промысла. Используемые методы диагностики данной модели характеризуют корректность применения XSA и высокую степень доверия к результатам когортного анализа. Аналитические оценки запаса были выполнены как по данным официальной статистики, так и с учётом ННН-промысла, что в условиях наличия высокого уровня нелегального промысла пиленгаса в Азовском море дает более объективное представление о запасе данного вида ВБР.

Выполненный в результате исследования ретроспективный анализ промысла пиленгаса в Чёрном и Азовском морях в 1992-2020 гг., впервые позволил выделить 3 периода в его организации, отличающихся по характеру промысла, уровню воздействия на популяцию и величине вылова.

В представленной работе использовались методы дистанционного зондирования. Благодаря высокому пространственно-временному разрешению искусственных спутников Земли, были получены наиболее объективные данные, показывающие положительную роль наблюдающейся в настоящее время динамики гидрологических условий Азовского моря для эффективности естественного воспроизводства пиленгаса.

Подтверждена зависимость сроков нерестовой миграции и нереста производителей от интенсивности прогревания вод в отдельных районах Азовского моря – определены оптимальная и критическая температура и солёность, при которых может проходить нерест, выявлено влияние этих факторов на ранний онтогенез и эффективность нереста пиленгаса.

Получены новые данные о морфологических и физиологико-биохимических особенностях раннего онтогенеза акклиматизированного пиленгаса. Выявлены адаптивные изменения репродукционной системы и раннего онтогенеза, обеспечивающие эффективное естественное воспроизводство вида в новом районе, по основным параметрам среды (температура и соленость) существенно отличающихся от нативных водоемов. Даны характеристика влияния температуры и солености на ранний онтогенез пиленгаса, уточнены зоны преферендума и пессимальные значения этих экологических факторов.

Показано, что более широкая экологическая пластиность интродуцента пиленгаса по сравнению с аборигенными видами кефалей связана с большей эвригалинностью и холодаустойчивостью в раннем онтогенезе. Получены новые данные о влиянии современных климатических изменений и осолонения Азовского моря на популяционную структуру и нерестовое поведение вселенца.

Практическое значение полученных результатов. Впервые примененный подход к разделению промысла пиленгаса на 3 периода позволит своевременно реагировать на происходящие изменения запаса при принятии управленческих решений на основе сравнительного анализа текущего состояния промысла с одним из его периодов, выделенных в рамках данного исследования.

Оценивание пиленгаса на модели XSA в пакете FLR позволяет обосновывать рекомендованные объемы вылова для бассейна Азовского моря. Полученные данные могут быть использованы для оценки состояния популяции и численности поколений пиленгаса в отдельные годы, что необходимо для прогноза вылова; также они имеют большое научное значение для понимания адаптационных механизмов у рыб семейства Mugilidae и в целом могут служить для пополнения теоретических данных об их биологических основах воспроизводства, акклиматизации и распространении в Мировом океане.

Результаты настоящего исследования были включены в монографию «Физиологические и генетические аспекты биологии пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845) в Азово-Черноморском бассейне».

Положения, выносимые на защиту:

- динамика абиотических условий Азовского моря в современный период оказывает положительное влияние на эффективность естественного воспроизводства пиленгаса и его пространственное распределение.

- адаптированная в рамках настоящего исследования модель расширенного анализа выживания XSA в условиях изменений абиотических и биотических факторов среды позволяет достоверно прогнозировать состояние азовского запаса пиленгаса и корректировать применяемые меры регулирования его промысла.

Личный вклад автора. Автор лично сформулировал тему, цель и задачи работы, проводил исследования и обрабатывал полученные данные по физико-географической и экологической характеристике районов исследований, биологии, промыслу, естественному и искусственно воспроизводству популяции вселенца-пиленгаса в Азовском море, заливах,

бухтах, лиманах и в Керченском проливе. Автор принимал непосредственное участие в обработке материалов, собранных во время научно-исследовательских и поисковых рейсов АзНИИРХ и ЮГНИРО, на контрольно-наблюдательных пунктах и ихтиологических постах в 2006-2020 гг. Полученные материалы послужили основой для настоящей работы.

Апробация результатов. Основные результаты и апробация работы были представлены: на I Национальной научно-практической конференции «Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг» (Керчь, 2018), II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования» (Керчь, 2019), II Национальной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ» «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования» (Керчь, 2019), Национальной научно-практической конференции «Морские технологии: проблемы и решения – 2021» (Керчь, 2021), Международной научной конференции, посвящённой 150-летию Севастопольской биологической станции – Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий» (Севастополь, 2021), VI Всероссийской научно-практической конференции «Изучение водоемов Ростовской области с целью интенсификации развития товарной аквакультуры» (Вологда, 2021), XIV International Scientific and Practical Conference «State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2021» (E3S Web Conf., 2021), «Innovative Technologies in Science and Education» (E3S Web Conf, ITSE-2020) и заседаниях Ученого совета Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в 2019 и 2022 годах.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 20 работ, из них 8 в журналах, рецензируемых ВАК; 1 монография. Проиндексировано в базе данных РИНЦ 8 работ, Scopus – 2, Web of Science – 3.

Структура и объем диссертации Диссертация объемом 151 страницы состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложений (А и Б). Работа содержит 30 таблиц, 17 рисунков. Список цитируемой литературы включает 170 публикаций, из которых 34 работы на иностранном языке.

Объект и предмет исследования. Объект исследования – дальневосточный пиленгас *P. haematocheila*, интродуцированный в АЧБ. Предметом исследования служили: особенности акклиматизации, распределения, биологии, состояние запаса и промысла, его регулирование.

Глава 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для характеристики теплового фона моря в весенний и раннеосенний сезоны использован массив снимков с искусственных спутников Земли (ИСЗ) Landsat и Sentinel в видимом и инфракрасном диапазонах, а также в псевдоцвете MODIS 7-2-1 – комбинации видимой и инфракрасной частей спектра. Снимки видимого диапазона использовались и в качестве дополнительной информации для анализа атмосферных процессов.

Для идентификации ледового покрова Азовского моря использованы данные спутника, включающие 36 спектральных каналов от 0,4 до 14,5 нм. При сильной облачности использовались альтернативные данные искусственных спутников Земли Suomi – NPP и NOAA-20. Композиционные карты распространения льдов в Азовском море построены с использованием программы для анализа и визуализации данных *Golden Software Surfer*.

Общее количество дешифрированных спутниковых снимков температуры поверхности воды составило 76 штук, ледовых образований – 53 штуки.

Анализ спутниковых снимков, аномалий океанографических параметров выполнялся по стандартным методикам (Методические указания… 1987; Гидрометеорологические… 2009; 2012). До 2013 года снимки принимались станцией SU-8 японской фирмы «Furuno», установленной в 1987 году на космическом центре ЮГНИРО. Снимки принимались в ТВ и ИК диапазонах американских спутников NOAA.

Для оценки структуры популяции пиленгаса материал собирался в учетных траловых съемах (УТС), из промысловых уловов береговых бригад и судовых тралов. Определялся пол и стадии зрелости гонад по шкале Никольского (Правдин, 1966). Возраст определялся по спирам колючки спинного плавника (Матищов, Пряхин, 2009). Подсчитывались жесткие и мягкие лучи первого и второго спинных плавников, анального плавника, верхней и нижней лопастей хвостового плавника. Измерялись первое и второе антедорсальные расстояния.

Данные о российском и украинском выловах пиленгаса в Азовском море в 1992-2020 гг. взяты из статистических отчетов Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства (АЧТУ) и материалов Российской-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море (РУК). Использовались сведения из фондов НТБ АзНИИРХ, ЮГНИРО и АзЮГНИРО (ныне Институт рыбного хозяйства и экологии моря – ИРЭМ, г. Бердянск, Украина).

Для определения возрастного состава рыб в промысловых уловах применялись размерно-возрастные ключи (Майорова, 1930) и массовые промеры длины. Оценка

естественной смертности пиленгаса в Азовском море выполнялась различными методами, в том числе с использованием параметров уравнения Берталанфи – $L_{\infty} = 71$ см, $t_0 = -0,990$ лет, $K = 0,257$ (Шляхов, 1998). Наличие или отсутствие связи между численностью сеголетков и численностью взрослых особей того же поколения в возрасте от 3 до 6 лет в годовых уловах оценивалось при помощи кросс-корреляционного теста в среде R с последовательным укорачиванием исследуемых рядов (Кожурин и др., 2021).

Традиционно в АзНИИРХ, ЮГНИРО (ныне ФГБНУ «ВНИРО») для оценки запаса пиленгаса в Азовском море применялся метод площадей с использованием данных учётно-траповых съёмок в холодное время года по стандартной сетке станций, представленной в материалах диссертационной работы. В площадном методе запас рассчитывается по формуле Майского: $M = (P * M_1) / (P_1 * K)$, где M – общая численность рыб, шт.; M_1 – средняя численность рыб на один улов, шт.; P – площадь учета численности рыб, m^2 ; P_1 – площадь одного трапления, m^2 ; K – коэффициент абсолютной уловистости.

Для повышения качества оценки запаса пиленгаса в Азовском море с 2009 года стала применяться модель расширенного анализа выживания XSA в программном пакете FLR. В основе модели лежит обратный расчет возрастных когорт промыслового вылова по каждому поколению за все годы промысла с учетом естественной смертности, темпов весового роста, полового созревания и других промыслово-биологических данных. Программный комплекс XSA рекомендован для оценки приоритетных видов водных биоресурсов I-го уровня информационной обеспеченности (Бабаян и др., 2018), к которому с конца 2010-х годов стала относиться азовская единица запаса пиленгаса.

Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ, ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Температура морской воды играет важную роль в репродуктивном цикле рыбных популяций и образовании их промысловых скоплений. Прогрев азовских вод в летний сезон до 28-30 °C способствует формированию зон гипоксии и заморов рыбы.

Видовую структуру морских биоценозов в значительной степени определяет соленость. Экстремальные среднемесячные значения солености изменяются в Мысовом от 8 до 14 ‰, Опасном – от 10 до 16 ‰ (верхние значения были отмечены в 2020 году). В последние 2 года в южной части Азовского моря отмечались отдельные случаи высоких (до 17,29 ‰) показателей солености.

В поверхностном слое направления течений совпадают с направлением ветра. Практически весь год азовские течения (44 %) преобладают над черноморскими (39 %). Процент неустойчивых течений составляет 17 %.

Определяющую биологическую роль для живых организмов играют биогенные элементы, среднемноголетние показатели которых в Азовском море составляют 60-140, в Керченском проливе – 140-200 мкг/л. Керченское предпроливье Черного моря характеризуется более низкими среднемноголетними показателями до 80 мкг/л.

Глава 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тяжелые металлы (свинец, ртуть), группа метаболитов ДДТ, нефтяное загрязнение, квазипереодические процессы, атмосферная циркуляция явились комплексом причин трансформации экосистемы Азовского моря (Кожурин и др., 2019; Брянцев и Панов, 2000; Goubanov, 2005).

Особенно интенсифицировалось поступление поллютантов при аварийных сбросах стоков. При стихийных или техногенных ситуациях, сопровождающихся мощными паводками, они практически неуправляемы и неподконтрольны (Батлук, 2011). Так, паводки, произошедшие весной и летом 2021 года, оказались исключительно мощными и принесли катастрофические последствия.

Интенсификация хозяйственной деятельности, зарегулирование рек, сброс загрязненных вод, эвтрофикация, ННН-промышлен, оказали негативное воздействие на многие виды гидробионтов, в том числе и на объект данного исследования.

Значительный ущерб экосистеме нанесло стихийное вселение с балластными водами гребневика мнемиописса (*Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865) (Виноградов и др., 1989). В Азовском море его биомасса в летний период составляла 15-30 млн тонн. Появление гребневика берое (*Beroe ovata* Mayer, 1912) в значительной мере остановило хищничество мнемиописса, но не смогло окончательно восстановить запасы ряда ключевых видов водных биоресурсов Азовского моря, таких как хамса и тюлька.

Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛЕНГАСА

Объект интродукции пиленгас *Planiliza haematocheila* (Temminck et Schlegel, 1845), являющийся объектом промысла на Дальнем Востоке (Промысловые рыбы России, 2006;

Казанский, 1966; Froese and Pauly, 2021), прижился в новых условиях Азово-Черноморского бассейна и достиг высокой численности, став массовым видом рыб.

На рисунках 1, 2 представлена динамика среднегодового размерного и возрастного состава уловов пиленгаса в Азовском море за три периода: 1992-1996 гг., 1997-2012 гг. и 2013-2020 гг.

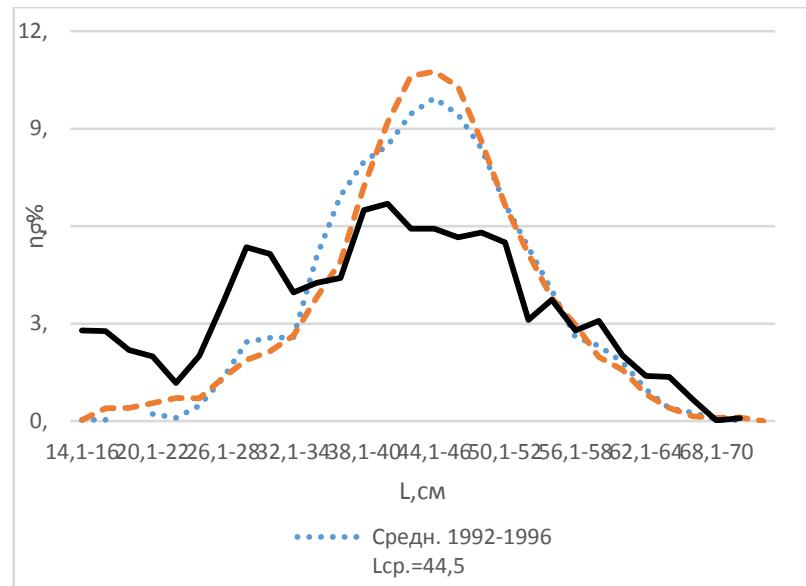


Рисунок 1 – Усредненный по периодам промысла среднегодовой размерный состав уловов пиленгаса в 1992-2020 гг., %

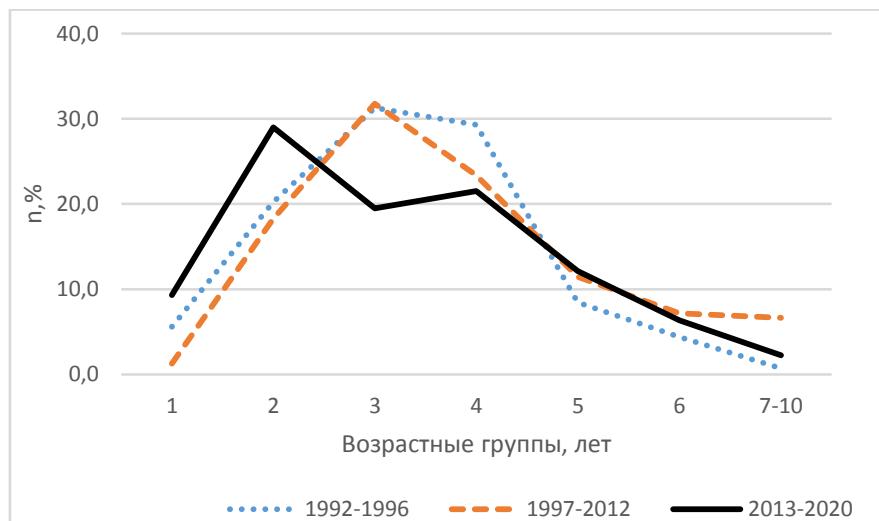


Рисунок 2 – Усредненный по периодам промысла среднегодовой возрастной состав уловов пиленгаса в 1992-2020 гг., %

Производители пиленгаса раннего возраста созревания начинают нереститься в соленных лиманах (22 %) после повышения температуры воды 15 °С. При температуре выше 24 °С нерест прекращается.

Выживаемость интродуцента в условиях длительной зимовки высока, а разновозрастные группы рыб способны выдерживать отрицательные значения температуры.

Пиленгас не проявляет признаков угнетения в диапазоне температур 16-28 °С, ощущает себя достаточно комфортно даже в период ледостава Азовского моря.

В последние годы (2018-2020 гг.) в Азовском море нерестовые условия наблюдаются в течение всего июня. В июне температура воды в прибрежной зоне практически во всех районах Азовского моря интенсивно повышается и уже приблизительно к 10-ым числам июня достигает 24 °С, что и обусловило начало мощного нерестового хода рыбы в Керченском проливе в 2018-2020 годах (рисунок 3).

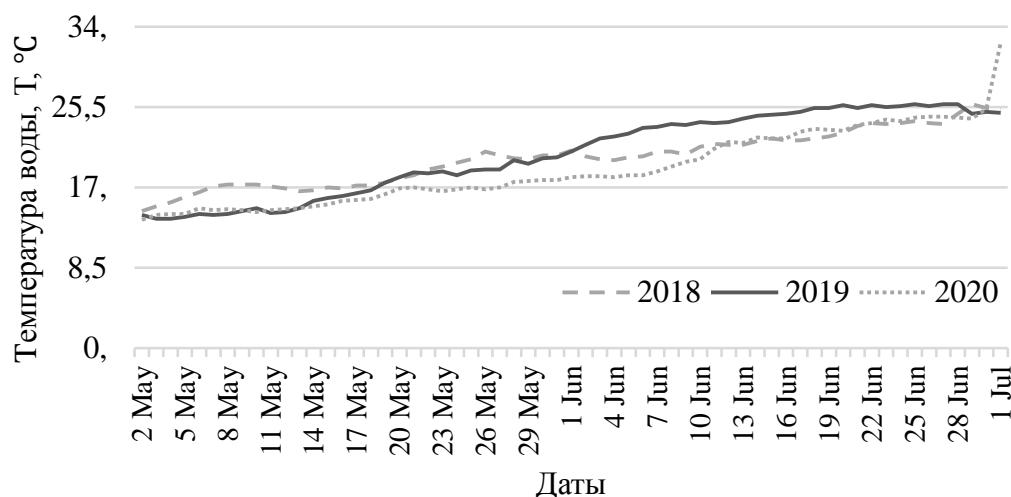


Рисунок 3 – Динамика температуры в Азовском море (2018-2020 гг.).

Миграция рыб (обычно мигрируют только половозрелые особи) через Керченский пролив в Чёрное море происходит при повышении температуры воды с 9-10 °С до 13-15 °С; в уловах преобладают крупные самки, длиной более 45 см, и самцы, длиной более 40 см.

В связи с осолонением Азовского моря до 14-15 %, нерест пиленгаса отмечался даже в самых опресненных некогда районах: Таганрогском, Бейсугском заливах и других.

Повышение солёности Азовского моря в последние годы способствует созданию благоприятных условий для нереста части производителей пиленгаса в некоторых открытых его районах. Однако зрелая икра этих рыб характеризуется более мелкими размерами, и при повышении температуры у эмбрионов и личинок происходит ускоренное расходование

питательных веществ, что влияет на жизнеспособность и устойчивость к бактериальной флоре и условиям среды.

Взрослые особи пиленгаса питаются мелкими организмами, обитающими в придонном слое, на грунте и в грунте, и детритом. Спектр питания пиленгаса достаточно неоднороден и изменчив, в разные годы исследований в его составе было от 8 до 19 компонентов. В 1996-2000 гг. пиленгас, обитающий в Азовском море, содержал в желудке 22 различных компонента пищи.

Качественный состав пищи пиленгаса по сезонам изменяется незначительно; существенно изменяется интенсивность питания (Чечун, 2002; 2003).

Пиленгас имеет важное значение в рационе питания человека. В связи с этим большой теоретический и практический интерес представляет изучение видового состава, жизненного цикла и возможной патогенности паразитофауны пиленгаса.

У пиленгаса в нативном ареале (западная часть Тихого океана) и в местах вселения (Азовское и Чёрное моря) всего обнаружено 85 видов паразитов. В результате интродукции пиленгаса отмечалось изменение количественного и качественного спектра его паразитофауны. В настоящее время у пиленгаса азовской популяции определено 34 вида паразитов. За последние 30 лет не было обнаружено случаев отрицательного воздействия паразитов на рыб или на здоровье человека (Кожурин и Юрахно, 2021).

Глава 5. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ЗАПАС ПИЛЕНГАСА, РЕГУЛИРОВАНИЕ ЕГО ПРОМЫСЛА

В 1992-2020 годах по официальным данным России и Украины вылов пиленгаса в Азовском море составил 91% от объема вылова в Азово-Черноморском бассейне. При этом доля российского вылова составляла 30%, хотя с 2014 года российские годовые уловы стали превышать украинские (рисунок 4).

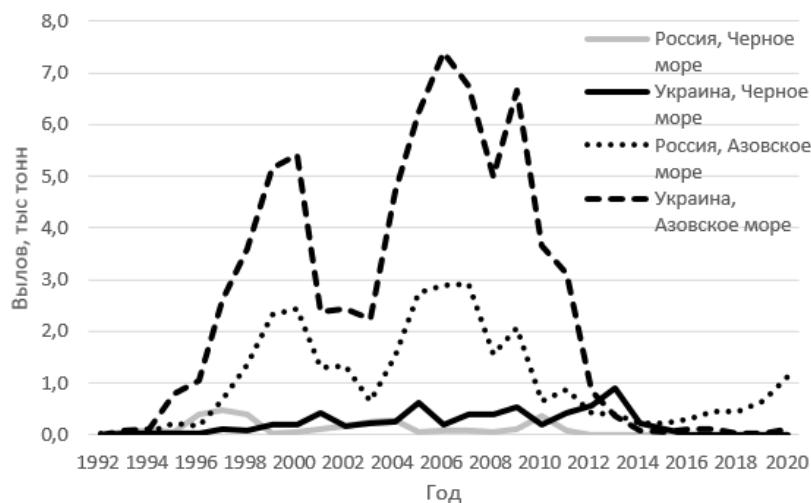


Рисунок 4 – Динамика вылова пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне

История промысла пиленгаса в Азовском море насчитывает три десятка лет и в ней можно выделить три периода:

В период начального освоения пиленгаса промыслом (1992-1996 гг.) основная часть вылова пиленгаса приходилась на опытно-промышленный/научно-промышленный лов (ОПЛ/НПЛ) ставными сетями, донными и разноглубинными тралями, санкционированный решением III сессии РУК (29-30 ноября 1994 г., г. Ейск, Россия). В проведении сетного ОПЛ/НПЛ пиленгаса участвовали почти исключительно украинские рыбодобывающие организации, поэтому украинский вылов на порядок был выше российского (таблица 1).

Таблица 1 – Вылов пиленгаса в Азовском бассейне в 1992-2020 гг., тонн

Периоды, гг.	Россия		Украина		Азовский бассейн, средний вылов, т
	Средний вылов	Вылов мин-макс	Средний вылов	Вылов мин-макс	
1992-1996	99,0	10,0-234,0	1971,0	0,0-1031,5	2070,0
1997-2012	1601,4	439,5-2906,1	4256,7	832,8-7383,9	5858,1
2013-2020	461,0	215,5-1118,0	105,3	18,4-350,0	566,3

Для периода начального освоения пиленгаса характерно слабое и умеренное развитие ННН (незаконного, несообщаемого, нерегулируемого) промысла.

Период промысла кольцевыми и кошельковыми неводами (1997-2012 гг.). В отличие от предшествующего периода, основная доля вылова пиленгаса приходилась на промысел кольцевыми неводами (российского – более 80%, украинского – 75,5%). В кольцевом

промысле суммарно участвовало до 40-47 украинских и российских сейнеров, среднесуточные уловы которых в промысловый сезон составляли 5-7 тонн.

В 2006 году был достигнут исторический максимум вылова пиленгаса – 10,3 тыс. тонн. В последующие годы общебассейновый вылов пиленгаса стал снижаться: если в 2007-2010 годах вылов составлял 4,0-9,7 тыс. тонн, то в 2012 году объем вылова сократился до 1,3 тыс. тонн. Причины падения вылова состояли, прежде всего, в ухудшении условий воспроизводства и в продолжавшемся высокоинтенсивном промысле, включая ННН-промысел, который по нашим оценкам к концу данного периода в 1,5 раза превышал данные статистики вылова (Кожурин и др., 2020).

Решениями XXIV сессии РУК (23-26 октября 2012 г., г. Бердянск, Украина) промысловый лов пиленгаса в Азовском море кольцевыми и кошельковыми неводами был закрыт.

Период промысла стационарными орудиями лова (2013-2020 гг.). В 2013 году общебассейновый вылов преодолел «психологическую» отметку 1 тыс. тонн и составил 752 тонны, а в 2015 году он упал до минимума – около 255 тонн. На XXVII сессии РУК (27-30 октября 2015 г., г. Сочи, Россия) было принято решение о приостановлении специализированного промысла пиленгаса в Азовском море сетями, кольцевыми и кошельковыми неводами, а решениями последующих сессий РУК и приказами Минсельхоза России лов пиленгаса был разрешен только ставными неводами и подъемными кефалевыми заводами. При этом, в азовских лиманах Краснодарского края – Бейсугском, Ейском и Ахтарском - данные орудия лова вошли в разряд запрещенных.

Такое кардинальное ограничение возможности легального изъятия пиленгаса в Азовском море с одной стороны, создавало благоприятные условия для восстановления запаса этой рыбы, с другой же стороны способствовало развитию ННН-промысла, который в Российской Федерации осуществлялся преимущественно вдоль азовского побережья Ростовской области и Краснодарского края, в том числе в кубанских лиманах.

Службой государственного мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания АЗНИИРХ в 2018-2019 годах было обследовано в общей сложности около 1000 незаконных уловов. Основываясь на полученных оценках незаконного изъятия поколения 2013 года, объем российского ННН-промысла для всех возрастных групп в 2017 году составлял 1240 тонн, в 2018 году – 1070 тонн. Сведения о масштабах украинского ННН-промысла пиленгаса после 2013 года отсутствуют. Даже если предположить, что украинский ННН-промысел был

вдвое ниже российского, в 2017-2018 годах неучтенный вылов оказывается приблизительно в 1,5 раза выше официального общебассейнового вылова. Отсюда следует, что масштабы ННН-промысла в третьем периоде развития промысла пиленгаса в сравнении со вторым периодом не снизились.

В последние 3-4 года *периода промысла кольцевыми и кошельковыми неводами* из-за изменившегося поведения рыбы в зоне учета площадной метод оценки запаса до данным УТС стал давать сильно заниженные оценки запаса пиленгаса, малопригодные для эффективного регулирования его промысла. В период промысла *стационарными орудиями лова* качество оценок запаса пиленгаса по данным УТС настолько снизилось, что они, по своей сути, стали экспертными. Это обусловило наше обращение к аналитическому методу оценивания – XSA, который в отечественной и зарубежной рыбохозяйственной науке был признан одним из самых надежных и получил широкое распространение при оценивании запасов эксплуатируемых популяций и краткосрочном (с заблаговременностью 2 года) прогнозировании. Применение XSA стало возможным после завершения большой работы с фондовыми материалами ЮГНИРО и АзНИИРХ за 1996-2020 гг.

Моделирование на XSA было выполнено в 2019 и 2020 гг. как по данным официальной статистики России и Украины, так и с учетом наших оценок ННН-промысла пиленгаса. Учитывая все результаты диагностики, XSA продемонстрировал хорошую стабильность, точность и дал удовлетворительные оценки пополнения (2-летних рыб, *Rec*), нерестового запаса (*SSB*) и промысловой смертности (*F*).

Максимальный запас пиленгаса (около 60 тыс. тонн) ожидали пришелся на начало его эксплуатации, когда азовская популяция пиленгаса была в состоянии, близком к «девственному». Сходные оценки получены ранее на когортной модели ANACO (рисунок 5).

После того, как запас снизился на 50 % от «девственного», существовавшего на момент начала эксплуатации, в 2005-2009 годах система «запас-промышленность» была наиболее продуктивной и устойчивой. В эти годы в промысел начинали вступать самые высокие по численности поколения, достигавшие 20-28 млн штук, а регистрируемый статистикой годовой вылов находился в пределах 6,5-10,3 тыс. тонн.

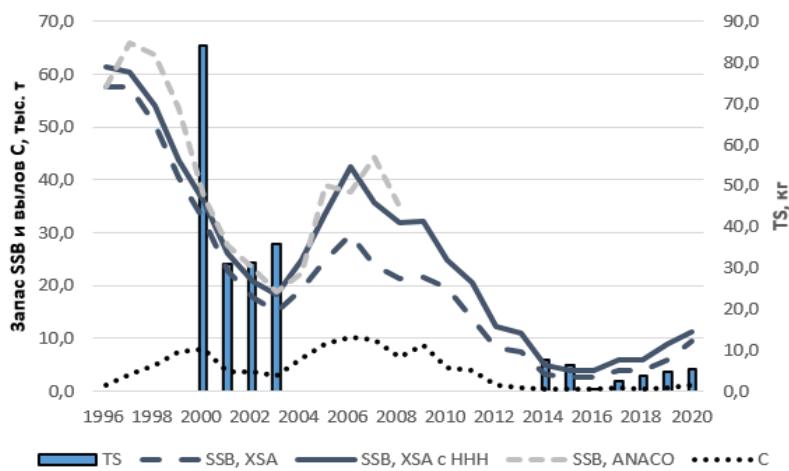


Рисунок 5 – Индексы биомассы пиленгаса TS по результатам учетных траловых съемок ЮГНИРО (2000-2008 гг.) и АзНИИРХ (2014-2020 гг.), запас по ANACO, XSA с HHH и без него, официальный вылов С

Важное значение для понимания динамики запаса пиленгаса имеет анализ полученных на XSA оценок Rec и F . Отношение пополнения к биомассе запаса Rec/SSB представляет собой удельное воспроизводство, а его натуральный логарифм характеризует эффективность естественного воспроизводства. Падение эффективности воспроизводства в 1998-1999 годах и в 2009-2010 годах (рисунок 6), то есть в годы достаточно высокого запаса пиленгаса, явно указывает на мощное влияние факторов среды обитания, ослабляющих связь между запасом и пополнением.

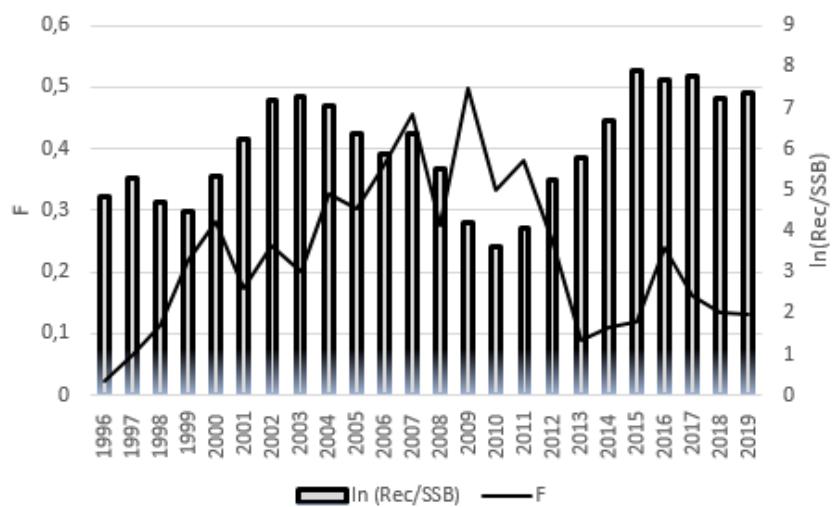


Рисунок 6 – Эффективность воспроизводства и промысловая смертность пиленгаса в Азовском море в 1966-2019 гг.

В 2010-2011 годах произошло резкое сокращение величины пополнения (в 4,5 раза от среднего в 2005-2009 годах). В 2015-2016 годы это привело к минимальному

историческому уровню запаса: по варианту без ННН – 2,6 тыс. тонн, по варианту с ННН – 4,0 тыс. тонн.

По нашему мнению, влияние условий среды обитания пиленгаса в Азовском море на его воспроизводство в 1990 годах, 2000 годах и первой половине 2010 годов не было высоким, поскольку после прекращения размножения пиленгаса в Молочном лимане естественное воспроизводство в море не смогло остановить устойчивого снижения запаса до 2015-2016 годов, происходившего при очень низких значениях промысловой смертности. Возможное объяснение состоит в недостаточно высокой выживаемости личинок в морской воде с соленостью менее 13 %, которая была в Азовском море в те годы. Последовательное увеличение эффективности воспроизводства от 2011 года к 2015-2019 годам и рост запаса пиленгаса от 2016 года к 2020 году логично связать с ежегодным повышением солености Азовского моря в эти годы. Сейчас уже стало очевидным, что высокая соленость морской воды сохранится в ближайшие годы, способствуя дальнейшему росту азовского запаса пиленгаса и восстановлению его промысловой значимости.

Краткосрочное прогнозирование на XSA при терминальном 2020 году с задаванием численности пополнения в размере геометрического среднего за 2015-2020 годы ($Rec = 8,4 * 10^6$ шт.), промысловой смертности на уровне, усредненном для трех последних лет промысла ($F_{SQ} = 0,11$), на 2023 год дает рост запаса от 9,6 тыс. тонн до 12,4 тыс. тонн (с учетом ННН-промысла - до 32,4 тыс. тонн). При таких темпах роста в 2025 году можно ожидать увеличения запаса пиленгаса до 16 – 42 тыс. тонн (в зависимости от выбранного варианта аналитического оценивания – без учета ННН или с учетом ННН), что позволит возобновить его специализированный лов кольцевыми и кошельковыми неводами с годовым выловом в Азовском море порядка 6 – 7 тыс. тонн.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что абиотические условия Азовского моря в современный период оказывают в целом положительное влияние на состояние популяции и эффективность естественного воспроизводства пиленгаса.

2. Установлена динамика среднегодового размерного и возрастного составов уловов пиленгаса в период с 1992 года по 2020 год. Так, максимальные среднегодовые

размеры пиленгаса (40-48 см) отмечались в период 1997-2012 гг. и соответствовали 3-4-х летним особям; далее в период 2013-2020 гг. выявлена тенденция снижения доли крупноразмерных рыб в уловах.

3. Получены новые данные о морфологических, физиолого-биохимических особенностях пиленгаса, адаптивных изменениях репродуктивной системы и раннего онтогенеза. Определены основные параметры среды обитания пиленгаса (температура и солёность), обеспечивающих эффективное естественное воспроизводство пиленгаса в современных условиях в Азовском море.

Установлено, что оптимальные условия для нереста пиленгаса – температура 18-20 °С и солёность 15-17 ‰, обеспечивают положительную плавучесть большей части развивающихся икринок. Повышение температуры до 24 °С и снижение ниже 13-14 °С вызывают нарушение созревания половых клеток, появление в них дегенеративных изменений.

Установлено, что сроки нерестовых миграций и нереста пиленгаса зависят от состояния репродуктивной системы производителей, достигающих IV стадии зрелости гонад в течение весеннего нагула в Азовском море.

Определено, что состояние репродуктивной системы пиленгаса азовской популяции, в свою очередь, характеризуется значительной гетерогенностью и зависит от температурных условий в Азовском море в течение посленерестового периода и условий зимовки.

4. Установлено, что в 1996-2020 годы наибольшее воздействие на изменение единицы запаса оказывало естественное воспроизводство. Нерестовый запас пиленгаса SSB в начале эксплуатации был близок к 40-60 тыс. тонн, в 2005-2009 годах он составил 21-30 тыс. тонн, а в 2019 году – 6-10 тыс. тонн. Последовательное снижение эффективности воспроизводства в 2004-2010 годах привело к устойчивому снижению биомассы запаса от 2006 года (23-30 тыс. тонн) к 2016 году (2-3 тыс. тонн), а увеличение эффективности воспроизводства в 2011-2019 годах способствовало росту запаса в 2017-2020 годах от 3-4 до 10 тыс. тонн.

На основе выявленной статистически значимой связи пополнения с 5-летними рыбами можно заключить, что до 2002 года решающую роль в воспроизводстве популяции пиленгаса играл Молочный лиман, в последующие годы значение его уменьшалось, вплоть до полного отсутствия.

5. Показана эффективность модели расширенного анализа выживания XSA, адаптированной автором, при прогнозировании состояния азовского запаса пиленгаса. В Азовском море в качестве целевого ориентира управления принято фиксированное значение темпа эксплуатации $E = F/Z = 0,4$, которое получило распространение в практике ICES и других международных организаций. Фактические значения E по XSA свидетельствуют о чрезмерном уровне эксплуатации азовского запаса пиленгаса в 1999-2012 годах и в 2016 году, в остальные годы превышение целевого ориентира было незначительным или отсутствовало.

Выявленный по результатам оценки пополнения на когортной модели XSA рост эффективности воспроизводства (Rec/SSB) с 2011 года по настоящее время объясняется повышением солёности Азовского моря.

6. Установлено три периода в организации промысла интродуцента:

1) 1992-1996 гг. – период начального освоения; 2) 1997-2012 гг. – период промысла кольцевыми и кошельковыми неводами; 3) с 2013 года и по настоящее время – стационарными орудиями лова.

Основываясь на выполненном нами обзоре и анализе динамики вылова, текущем состоянии промысла пиленгаса в Азовском море, а также учитывая продолжающуюся тенденцию к осолонению водоема, способствующую созданию благоприятных условий для нереста производителей пиленгаса в открытых районах Азовского моря, можно ожидать дальнейшее повышение эффективности естественного воспроизводства пиленгаса. Указанные факты в совокупности с существующей кормовой базой ведут к дальнейшему восстановлению промысловой значимости пиленгаса и создают условия для возобновления его специализированного лова кольцевыми и кошельковыми неводами в Азовском море с 2025-2026 годов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Международные рецензируемые научные журналы, зарегистрированные в базах данных Scopus и Web of Science:

1. Kirichenko O., Bugaev L., Voykina A., Lisovskaya V., Kozhurin E. Assessment of physiological and biochemical indicators of the state of the so-iuy mullet *Liza haematocheilus*

(Temminck & Shlegel, 1845) in the Azov-Black Sea Basin // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) 022063, DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022063. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/2/022063/pdf>. e-library: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47567962>.

Страница в Scopus: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122384303&origin=resultslist&sort=plf-f>.

2. Юрахно В.М., **Кожурин Е.А.** Дополнение к фауне паразитов пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Shlegel, 1845) (Mugilidae) // Биология внутренних вод. – 2022 (принято в печать).

3. Bothriocephalosis in the South of Russia: actual methods of diagnosis and treatment / V. Horosheltseva, T. Strizhakova, A. Poluyan, T. Barabashin, **E. Kozhurin** // E3S Web Conf. 2021. Vol. 273: XIV International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness - INTERAGROMASH 2021”. Article Number 03012. Number of page(s) – 8. DOI 10.1051/e3sconf/202127303012.

4. Leonid Bugaev, **Efim Kozhurin**, Anna Wojkina, Anna Neydor, Svetlana Ponomareva, Anastasiya Olshevskaya, and Marina Egyan. Reproductive habits of the so-iuy mullet *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845) from the Azov-Black sea basin // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 210: “Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020)”, Article Number 07004. Number of page(s) – 9. DOI 10.1051/e3sconf/202021007004.

5. **Efim Kozurin**, Dmitry Rudoy, Yuliya Kosenko, Svetlana Zhukova, Timofej Barabashin, Arkady Babajanyan and David Shoniya Comprehensive assessment of aquaculture potential of the southern and south-eastern waterbodies in the Rostov region // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 210: “Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020)”, Article Number 07003. Number of page(s) – 10. DOI 10.1051/e3sconf/202021007003. URL: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/70/e3sconf_itse2020_07003.pdf.

Российские рецензируемые научные журналы (издания, рекомендованные ВАК РФ):

6. Афанасьев Д.Ф., Белоусов В.Н., **Кожурин Е.А.** Анализ исторических изменений абиотических параметров среды Азовского моря, как возможный инструмент

долгосрочного прогнозирования в рыбном хозяйстве // Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 50-54.

7. **Кожурин Е.А.**, Битютский Д.Г., Губанов Е.П. Некоторые особенности биологии пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) в Азовском море // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2021. № 4. С. 34-45. DOI: 10.47404/2619-0605_2021_4_34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47484197>

8. **Кожурин Е.А.**, Белоусов В.Н., Дудкин С.И., Губанов Е.П. Оценка величин ННН-промысла и ННН-прилова пиленгаса в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2021. № 1. С. 21-35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45555471>

9. **Кожурин Е.А.**, Булли Л.И., Губанов Е.П. Влияние экологических факторов на ранний онтогенез и численность пиленгаса *Planiliza haematocheila* в Азовском море // Рыбное хозяйство. 2020. № 3. С. 37-43.

10. **Кожурин Е.А.**, Губанов Е.П., Панов Б.Н. Климатические тенденции изменений основных характеристик экосистем Азовского и Чёрного морей // Рыбное хозяйство. 2020. № 5. С. 10-15.

11. **Кожурин Е.А.**, Пятинский М.М., Шляхов В.А., Шляхова О.В. Аналитическое оценивание пиленгаса в Азовском море с помощью когортной модели XSA // Труды ВНИРО. 2020. Т. 182. С. 7-26.

12. **Кожурин Е.А.** Пиленгас: акклиматизация, биологический взрыв, депрессия и перспективы промысла // Рыбное хозяйство. 2018. № 1. С. 92-94.

13. **Кожурин Е.А.**, Шляхов В.А., Губанов Е.П. Динамика уловов промысловых рыб Крыма в Чёрном море // Труды ВНИРО. 2018. Т. 171. С. 157-169.

Монографии:

14. Физиологические и генетические аспекты биологии пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) в Азово-Черноморском бассейне / Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Бугаев Л.А., Сергеева С.Г., Ружинская Л.П., **Кожурин Е.А.**, Цема Н.И., Махоткин М.А.; Всероссийский научно-исследовательский

институт рыбного хозяйства и океанографии, Азово-Черноморский филиал. Ростов-на-Дону, 2021. 208 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46520356>.

Материалы конференций:

15. Жукова С.В., Барабашин Т.О., **Кожурин Е.А.**, Белоусов В.Н., Подмарева Т.И., Косенко Ю. В., Афанасьев Д.Ф., Живоглядов А.А., Стрельченко О.В. Изучение водоемов Ростовской области с целью интенсификации развития товарной аквакультуры // Исследования Русского Севера: Координаты времени. Итоги и перспективы: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (Вологда, 1-2, 19-21 октября 2021 г.) / Правительство Вологодской области [и др.]; под общей редакцией Н. К. Максутовой. – Вологда: ВОУНБ, 2021. – С. 24-27. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47468990>.
16. Булли Л.И., **Кожурин Е.А.**, Губанов Е.П. К оценке преднерестового состояния репродуктивной системы азовского пиленгаса *Planiliza haematocheila* // Морские технологии: проблемы и решения – 2021: сборник статей участников Национальной научно-практической конференции / под общей редакцией Е.П. Масюткина. Керчь, 2021. С. 175-177.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46229483>.
17. Белоусов В.Н., **Кожурин Е.А.** Перспективные направления развития марикультуры в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность : тезисы докладов Международной научной конференции, посвящённой 150-летию Севастопольской биологической станции - Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий» (Севастополь, 13–18 сентября 2021 года). Севастополь, 2021. С. 34-35. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46714758>.
18. **Кожурин Е.А.**, Губанов Е.П., Панов Б.Н. Экологическое состояние Азово-Черноморского бассейна // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования : Материалы II Национальной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры экологии моря ФГБОУ ВО «КГМТУ». Симферополь, 2019. С. 56-62. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38141849>.

19. **Кожурин Е.А., Губанов Е.П.** Черноморская биота под антропогенным прессом: перспективы освоения и сохранения // Материалы II Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования». Симферополь: ИТ «Ариал». 2019. С. 62-66.
20. **Кожурин Е.А.** Влияние вселенца-пиленгаса на экосистему Азово-Черноморского бассейна // Пищевые технологии: исследования, инновации, маркетинг: материалы I национальной научно-практической конференции (Керчь, 01–03 октября 2018 года). Симферополь: SoloRich, 2018. С. 143-144.