

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»
(«АЗНИИРХ»)

На правах рукописи

КОЖУРИН
Ефим Алексеевич



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

1.5.13 – ихтиология

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель
доктор биологических наук
Губанов Евгений Павлович

Москва – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Актуальность темы исследования	4
Цель и задачи исследования	5
Положения, выносимые на защиту.....	6
Научная новизна полученных результатов	7
Практическое значение полученных результатов	8
Апробация работы	9
Личный вклад автора.....	9
Объем и структура диссертации	10
Публикации	10
Благодарности	10
ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	11
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	21
2.1. Метеорологические условия Азовского моря	23
2.2. Особенности гидрологических условий	25
2.3. Особенности гидрохимических показателей бассейна Азовского моря	32
ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	34
3.1. Хозяйственная деятельность и её воздействие на экосистему Азовского моря	34
3.2. Влияние видов вселенцев, антропогенное воздействие и эвтрофикация – основные источники изменения экосистемы	37
ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛЕНГАСА	45
4.1. Биологические особенности акклиматизации в новых экосистемных условиях	45
4.2. Размерно-массовый, возрастной и половой состав пиленгаса	50

4.3 Миграция и нерест	53
4.4 Питание и пищевые взаимоотношения пиленгаса	68
4.5. Паразитофауна	74
ГЛАВА 5. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ЗАПАС ПИЛЕНГАСА, РЕГУЛИРОВАНИЕ ЕГО ПРОМЫСЛА	82
5.1. Динамика численности, запас и ориентиры управления	82
5.2. Промысел и его регулирование	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
ВЫВОДЫ	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	123
ПРИЛОЖЕНИЕ А Гидрометеорологические характеристики Азовского моря	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Размерно-массовый состав пиленгаса в Азовском море в 1992-2020 гг.	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

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; Болтачѳв 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 объемами от 3 до 10 млрд т.

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 Чѳрного 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 г. №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.

Положения, выносимые на защиту:

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

2. Используемая 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.

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 съёмки 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 чётко различимых 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. Также выявлено влияние этих факторов на ранний онтогенез и эффективность нереста пиленгаса.

Получены новые данные о морфологических и физиолого-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 (температуре и солёности) существенно отличающемся от нативных водоемов. Дана характеристика влияния температуры и солёности на ранний онтогенез пиленгаса, уточнены зоны преферендума и пессимальные значения этих экологических факторов.

Показано, что более широкая экологическая пластичность интродуцента пиленгаса по сравнению с аборигенными кефальями связана с большей эвригалинностью и холодоустойчивостью 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 нами 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».

Апробация работы

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 Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (ВНИРО) в 2019 и 2022 гг.

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 искусственному воспроизводству популяции вселенца-пиленгаса, его размерно-массовым, возрастным и половым составам в собственно 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.

Объем и структура 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 работ на иностранном языке.

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.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, д-ру биол. наук Евгению Павловичу Губанову за ценные советы и помощь в работе над диссертацией, а также за участие в совместных публикациях. Автор благодарит коллектив сотрудников лаборатории водных биологических ресурсов отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и лично заведующего лабораторией Владислава Алексеевича Шляхова за помощь в сборе и обработке материала. Отдельная благодарность безвременно ушедшей Раисе Васильевне Боровской, заведующей сектором промысловой океанографии, за предоставление материалов океанографических исследований и за советы по их анализу, сыгравшие важную роль в понимании факторов, оказывающих влияние на распределение пиленгаса.

Самые теплые слова и благодарность всем соавторам публикаций, использованных в данной работе – Л. И. Булли, В. М. Юрахно, В. А. Шляхову, М. М. Пятинскому, Д. Г. Битютскому и др.

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве исходных материалов использован массив снимков с искусственных спутников Земли (ИСЗ) LandSat и Sentinel в видимом и инфракрасном диапазонах, а также в псевдоцвете (MODIS 7-2-1 – комбинация видимой и инфракрасной частей спектра) для характеристики теплового фона морей в весенний – раннеосенний сезон.

При сборе и обработке материалов с искусственных спутников применялась программа SNAP (Sentinels Application Platform). Построение карт температуры поверхности воды проводилось с помощью программы QGIS (Quantum GIS).

Расчет производился в системах координат WGS 84 / UTM zone 36N (EPSG:32636) и WGS 84 / UTM zone 37N (EPSG:32637). Дополнительно использовалась информация (карты инфракрасного диапазона) с ИСЗ серии NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, MetOp-A/2 и MetOp-B/1 общедоступных интернет-ресурсов (http://dvs.net.ru/mp/index_ru.shtm).

Снимки видимого диапазона использовались также в качестве дополнительной информации для анализа атмосферных процессов в районе исследования.

Для идентификации как самого ледового покрова, так и его качественных характеристик, были использованы спутниковые данные MODIS, распространяемые Центром космических полетов имени Годдарда (NASA NSFC), включающие в себя 36 спектральных каналов от 0,4 до 14,5 нм, охватывающих видимую и инфракрасную части спектра. Из-за отражательных способностей ледовой поверхности применялись композитные снимки 7-2-1 для лучшей цветовой дифференциации ледовых масс от других объектов окружающей среды. Опционально, при неблагоприятных условиях, характеризующихся сильной облачностью, использовались альтернативные данные спутников Suomi-NPP (комбинация каналов 11-2-1) и NOAA-20, VIIRS (комбинация каналов 11-2-1).

При наличии частичной облачности над регионом в программе Surfer по открытым от облачности участкам нескольких последовательно принятых снимков составлялась композиционная карта распределения льдов в Азовском море.

Общее количество спутниковых снимков, открытых полностью или частично от облачности, по которым выполнено дешифрирование и проведен анализ температуры воды, составило 76 штук; ледовых образований 53 штуки.

Анализ спутниковых снимков выполнялся по стандартным методикам, для определения аномалий океанографических параметров использованы нормы (Гидрометеорологические условия..., 2009).

Для анализа района Азовского моря были использованы данные двух ГМС: «Заветное» (Южная часть Керченского пролива) и «Мысовое» (мыс «Казантип») на юго-западе пролива.

По 2013 г. снимки принимались станцией Su-8 японской фирмы «Furuno», установленной в 1987 г. на космоцентре ЮгНИРО. Снимки принимались в телевизионном (ТВ) и инфракрасном (ИК) диапазонах с американских спутников NOAA. По снимкам в телевизионном диапазоне дешифрировались ледовые образования, в инфракрасном – температура подстилающей поверхности – температура воды Азовского моря. Количество снимков в день составляло от 2 до 4. Общий охват от 4000 до 6000 км.

Для характеристики современного состояния экосистемы Азовского моря использованы материалы книги «Экология моря» (Губанов и др., 2017); из различных источников и наблюдений авторов характеризуются климатические изменения и трансформация экосистемы, источники эвтрофикации, уязвимости от химических загрязнений, динамики солёности, негативным влиянием хозяйственной деятельности, исключительным воздействием негативных факторов на рыбопромысловую продуктивность, что обусловило необходимость преднамеренного вселения сюда нового перспективного для промысла объекта – дальневосточного пиленгаса.

В то же время множество других факторов оказывало отрицательное воздействие на экосистему Азовского моря; особенно гребневик мнемнопсис, подорвавший воспроизводство и кормовую базу массовых планктофагов других рыб, запасы и уловы которых резко снизились. И только появление здесь естественного врага мнемнопсиса, гребневика берое, замедлило этот процесс (Губанов, Серобаба, 2005; Губанов, 2005; Губанов и др., 2009; Губанов, 2009; Патин, 2001; Горгопа, 1998; Гришин, 1994).

Изучаемая популяция пиленгаса зимует в Азовском море. Гонады в зависимости от температурных условий осенью и в зимний период находятся на II, II-III или III стадиях зрелости. Весной при повышении температуры до 6-8 °С рыба начинает питаться, и развитие половых клеток заметно ускоряется. Самки с

гонадами, достигшими IV стадии зрелости, мигрируют к местам нереста. Нерест пиленгаса азовской популяции отмечается в солоноводных лиманах, заливах и других районах бассейна Азовского моря.

Определялись пол и стадии зрелости гонад по шкале Никольского (Правдин, 1966). Также приведены данные о возрастном составе пиленгаса в промысловых, НИИ районах промысла и браконьерских уловах. Возраст пиленгаса определялся по спилам колючки спинного плавника.

При проведении бонитировки проводили измерение линейно-весовых показателей пиленгаса в соответствии с общепринятой ихтиологической методикой (Правдин, 1966). Измеряли три длины: L – общую от вершины рыла до вертикального конца более длинной лопасти хвостового плавника, l_q – расстояние от вершины рыла до конца чешуйного покрова, l_s – по Смигу – от вершины рыла до развилки хвостового стебля; общую массу тела $P_{общ}$.

Стадии зрелости яичников и семенников оценивали по 6-ти балльной шкале (Сагун и Буцкая, 1968), путем отбора шуповых проб из генипор самок и самцов специальной биопсийной иглой с закругленным краем.

Проведены измерения линейно-массовых показателей: 33 экз. производителей, 550 экз. личинок, 200 экз. молоди, 200 экз. сеголетков.

В основу паразитологической части работы положены материалы по микроспоридиям пиленгаса из Азовского моря, собранным в 1996-2010 гг. сотрудниками ЮгНИРО и Запорожского университета. Сбор осуществлялся методом нескольких паразитологических вскрытий (Быховская-Павловская, 1985) и обрабатывался по общепринятой методике (Донец, Шульман, 1973). Также проанализированы все доступные литературные данные, касающиеся паразитофауны пиленгаса.

Данные о российском и украинском выловах пиленгаса в Азовском море (с заливами, лиманами и Керченским проливом) в 1992-2019 гг. взяты из статистических отчетов Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства (АЧТУ) и органов рыбоохраны Госрыббагентства Украины; привлечены также материалы научно-технического сотрудничества в рамках

Российско-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море (РУК).

В работе использованы сведения, содержащиеся в фондах НТБ АзНИИРХ и ЮгНИРО об оценках запаса, темпах наступления половозрелости, размерной, возрастной и массовой структурах промысловых уловов пиленгаса и уловов в учётных траловых съёмках. Принимая во внимание относительно низкую селективность тралов с минимальной ячейей 30 мм, было сделано допущение, что размерный и возрастной состав уловов адекватно отражают истинное соотношение длины и возраста половозрелых рыб в популяции.

Для определения возрастного состава промысловых уловов в годы, когда прямые возрастные определения отсутствовали или их число было малым, применяли размерно-возрастные ключи (Майорова, 1930) и массовые промеры длины. Оценки естественной смертности азовской единицы запаса пиленгаса в возрасте 1-2 лет выполнены методом (Gislason et al., 2010) для $L_{\infty} = 71$ см, $t_0 = -0,990$ лет, $K = 0,267$ (Шляхов, 1998), а 3-7-летних рыб – методом Чена-Ватанебе, подробно описанном в работе (Özdamar et al., 1996).

Численность сеголетков пиленгаса, вышедших из Молочного лимана в Азовское море в 1995-2007 гг., взята по результатам их учёта АзЮгНИРО (в настоящее время Институт рыбного хозяйства и экологии моря, г. Бердянск, Украина), содержащимся в годовых отчётах ЮгНИРО (Современное состояние ..., 1999; 2004). Наличие или отсутствие связи между численностью учтённых 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 на 1 год (Кожурин и др., 2020с).

С 1992 по 2009 гг. в АзНИИРХ, ЮгНИРО и АзЮгНИРО для оценки запасов пиленгаса в Азовском море использовали только прямые (площадные) методы по данным учётных траловых съёмок, проводившихся по стандартным сеткам станций (рис. 1.1). Площадной метод впервые был разработан в 1930-х годах для оценки запаса анчоуса в Азовском море по данным лампарных учётных съёмок

(Майский, 1939). Затем этот метод стали использовать применительно к учетным траловым съемкам донных рыб, включая съемки азовского пиленгаса. Формула Майского для подсчета численности рыб на определенной площади очень простая:

$$M = (P \times M_1) / (P_1 \times K),$$

где:

M – общая численность рыб, шт.;

P – площадь, на которой учитывается численность рыб, м²;

M_1 – средняя численность рыб, приходящаяся на один улов, шт.;

P_1 – площадь облова данным орудием лова, м²;

K – коэффициент абсолютной уловистости.

Для перехода к единицам биомассы, общую численность достаточно перемножить на среднюю массу одной рыбы.

В 2011-2015 гг. ЮгНИРО / ФГБНУ «ЮгНИРО» производил ограниченное аналитическое оценивание пиленгаса в Азовском море посредством анализа промыслово-биологических данных на структурированной по длине когортной модели (метода) Джонса (Jones, 1981); подробное описание требуемых входных данных, хода расчетов численности запаса и промысловой смертности дано в методических рекомендациях ВНИРО (Бабаян и др., 2018). Особенности практического использования модели Джонса, включая определение биологических ориентиров и правила регулирования промысла рыб Азово-Черноморского бассейна на основе анализа его результатов – в работах (Шляхов и др., 2018; 2019).

Однако возможности метода Джонса ограничены и значительно уступают возможностям структурированных по возрасту когортным моделям. Поэтому для повышения качества оценки запаса и смертности азовской популяции пиленгаса мы использовали модель XSA, особенности работы с которой нами опубликованы (Кожурин и др., 2020с) и даны ниже.

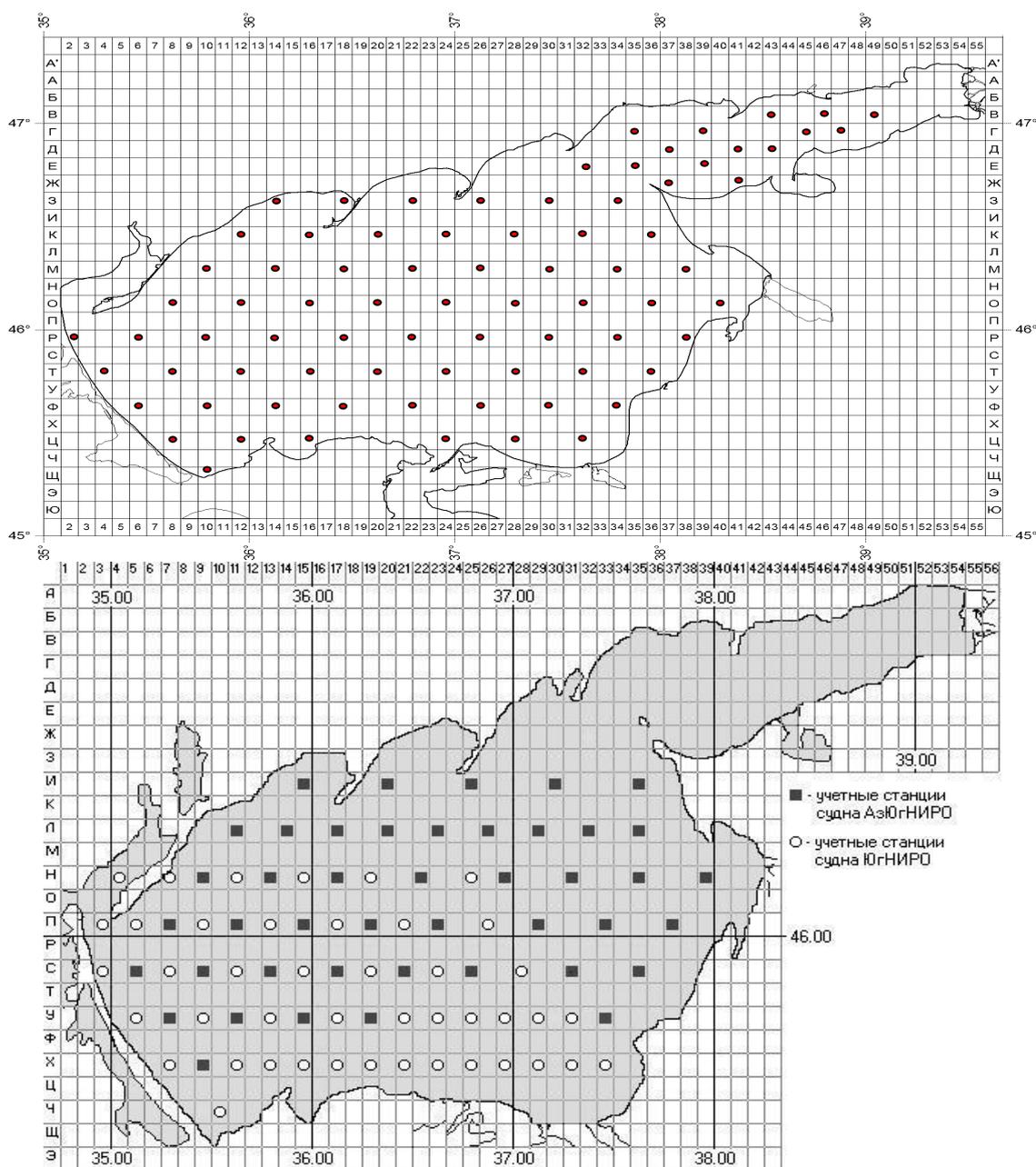


Рисунок 1.1. Сетка станций судов АзНИИРХ (вверху), ЮгНИРО и АзЮгНИРО для проведения учётных траловых съёмки пиленгаса в Азовском море

Аналитическое оценивание промысловой смертности, пополнения, запаса в 1996-2020 гг. и краткосрочное прогнозирование (на 2021-2023 гг.) азовского запаса пиленгаса производили на когортной модели XSA в пакете FLR, работа с которым описана в (Kell et al., 2007; Hillary, 2009; Бабаян и др., 2018). Основная промыслово-биологическая информация для формирования входных данных (объектов «FLStock» и «FLIndices») представлена в табл. 1.1-1.3.

Таблица 1.1. Вылов пиленгаса в Азовском море с его распределением по возрастным группам по данным рыбопромысловой статистики и с ННН в 1996-2020 гг.

Год	Возраст, лет								
	2	3	4	5	6	7+	2-7+		
	Вылов, шт.							Годовой вылов, т	
								без ННН	с ННН
1996	54398	171424	167320	77405	57858	19547	1206	1206	
1997	101868	403564	341259	306331	129801	107617	3287	3287	
1998	110750	502694	483245	369540	309695	189259	4950	4950	
1999	388291	630798	711669	458272	386835	412445	7474	7474	
2000	225763	1279367	531249	395074	279073	448871	7846	7846	
2001	151088	474868	394066	146687	133013	212572	3674	3674	
2002	224599	430267	309438	282915	106093	197450	3739	3739	
2003	310909	530197	181556	134194	148666	96041	2898	2898	
2004	1339538	1402990	528425	106504	102408	169997	6238	6862	
2005	1746243	2899443	638806	160102	46430	124880	8983	10600	
2006	2097908	1201573	1865299	356657	104899	89642	10271	14482	
2007	1767943	2406797	1883343	417305	160513	108571	9652	15154	
2008	1785917	1259687	863789	298681	161219	81289	6528	11032	
2009	1937761	1307805	1211556	529014	324242	238420	8732	15631	
2010	386070	906929	550808	260061	232584	166609	4297	8079	
2011	130265	699269	784271	255719	118753	84404	3997	7794	
2012	39429	179137	250139	131261	63264	3860	1264	2553	
2013	110523	4542	21196	68888	105224	46935	752	1564	
2014	46484	26403	18487	23375	28687	12750	302	642	
2015	42668	49391	26894	15516	10344	5172	260	568	
2016	80665	34396	120550	36290	12220	1018	402	892	
2017	208951	82457	112748	33871	8123	2492	564	1276	
2018	138052	132597	97391	35548	16922	7485	473	1088	
2019	240501	104525	195864	42515	29412	1228	646	1512	
2020	183702	273337	187446	183923	19144	3803	1118	2650	

Таблица 1.2. Биологические показатели пиленгаса в Азовском море в 1996-2020 гг. – средняя масса особи, кг

Год	Возраст, лет					
	2	3	4	5	6	7+
1996	1,132	1,500	2,267	2,933	3,467	4,138
1997	1,138	1,500	2,267	2,933	3,467	4,121
1998	1,096	1,354	2,256	2,820	3,271	5,301
1999	1,012	1,598	2,256	2,914	3,384	4,418
2000	1,186	1,511	2,283	2,954	3,491	5,106

2001	1,155	1,468	2,219	2,871	3,393	4,963
2002	1,149	1,473	2,225	2,880	3,403	4,977
2003	1,137	1,466	2,216	2,868	3,389	4,957
2004	1,134	1,465	2,214	2,866	3,387	4,953
2005	1,147	1,483	2,241	2,900	3,428	5,013
2006	1,040	1,703	2,298	2,875	3,150	4,468
2007	0,834	1,332	1,747	2,135	2,488	3,596
2008	1,042	1,387	1,761	2,191	2,540	4,102
2009	0,915	1,406	1,818	2,298	2,610	3,592
2010	0,939	1,301	1,742	2,207	2,506	3,833
2011	1,155	1,440	1,850	2,643	2,883	4,390
2012	0,965	1,360	1,825	2,458	2,933	4,583
2013	0,686	0,979	1,780	2,120	2,870	3,960
2014	0,848	1,385	2,023	2,120	3,020	4,081
2015	0,902	1,483	2,100	2,425	3,229	4,087
2016	0,844	1,120	1,480	2,122	2,918	4,161
2017	0,898	1,130	1,630	2,153	2,203	3,601
2018	0,613	0,877	1,097	1,362	2,239	3,408
2019	0,364	1,024	1,565	1,894	2,095	2,375
2020	0,534	0,974	1,462	2,184	3,399	3,455

Таблица 1.3. Биологические показатели пиленгаса в Азовском море в 1996-2020 гг. – естественная смертность, созревание, индексы численности в учётных траловых съёмках ЮгНИРО и АзНИИРХ

Год	Возраст, лет						
	1	2	3	4	5	6	7+
Естественная смертность, <i>M</i>							
1996-2019	0,934	0,587	0,160	0,210	0,280	0,370	0,480
Темпы созревания, <i>mat</i>							
1996-2019	0,000	0,200	0,600	1,000	1,000	1,000	1,000
Индексы численности (украинские съёмки ЮгНИРО, февраль-март)							
2000	0,110	3,325	18,177	7,802	4,119	3,050	3,128
2001	0,190	6,343	6,656	3,847	1,023	0,756	1,445

Продолжение таблицы 1.3

Год	Возраст, лет						
	1	2	3	4	5	6	7+
2002	0,247	5,620	6,035	4,380	1,794	0,606	1,118
2003	0,309	5,620	6,035	4,380	2,043	1,794	1,090
2004	1,265	21,089	13,362	8,219	0,827	0,129	0,310
2005	1,388	22,761	19,028	7,414	1,555	0,363	0,726
2006	1,864	26,634	16,322	25,338	4,845	1,425	1,218
2007	1,082	15,524	31,049	19,147	6,727	2,587	1,268
2008	4,051	48,495	22,167	14,596	17,700	2,865	0,750

Индексы численности (российские съёмки АзНИИРХ, сентябрь-октябрь)							
2014	1,722	0,024	0,072	0,287	0,742	1,316	0,335
2015	0,264	0,894	1,341	0,730	0,421	0,281	0,000
2016	6,411	0,371	0,000	0,083	0,000	0,000	0,083
2017	1,516	2,021	1,137	0,505	0,164	0,000	0,000
2018	4,267	1,644	1,780	0,712	0,748	0,107	0,000
2019	0,239	1,670	4,427	4,879	1,311	0,119	0,001
2020	0,508	0,469	3,163	4,613	2,919	0,877	0,337

Моделирование на XSA включало этапы:

1. Предварительная диагностика;
2. Результаты;
3. Диагностика подгонки по индексам учётных съёмки;
4. Оценка зависимости запас-пополнение;
5. Оценка биологических ориентиров управления;
6. Краткосрочный прогноз.

При исследовании качества индексов численности учетных съёмок использовался общепринятый подход сравнения остатков логарифмов индекса численности возрастных групп со сдвигом на 1, 2, 3 и т.д. лет. Тестирование XSA на стабильность и устойчивость производилось при последовательном усечении рядов входных данных на 1 год с горизонтом в 3 года. Стабильность модели оценивалась в ходе ретроспективного анализа, а количественная оценка стабильности модели определялась по результатам теста Монро (Mohn, 1999). Диагностика чувствительности модели выполнялась при помощи изменения стартовых параметров модели, основным из которых была допустимая ошибка стягивания по численности и промысловой смертности.

После подгонки окончательной версии модели XSA выполнялась диагностика невязок, позволяющая выявить накопительные годовые или возрастные эффекты, степень их значимости и удовлетворительность аппроксимации модели.

Аналитическое оценивание пиленгаса на XSA выполнено в двух вариантах – с использованием только рыбопромысловой статистики из табл. 1.1 (вариант 1) и с включением ННН в общий вылов (вариант 2).

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Площадь Азовского моря составляет 38 тыс. км². Подводный рельеф Азовского моря сравнительно прост. Глубины медленно и плавно нарастают от берега к центру моря до 14,4 м (Люция Азовского моря, 1985; Шнюков и др., 1974).

В рельефе дна Азовского моря выделяется один элемент – это материковая отмель (шельф) (рисунок 2.1), где отмечаются системы подводных возвышенностей, вытянутых вдоль восточного (банка Железинская) и западного (банки Морские и Арабатская) побережий, глубины над которыми уменьшаются на 5-4 м (от 8-9 до 3-5 м).

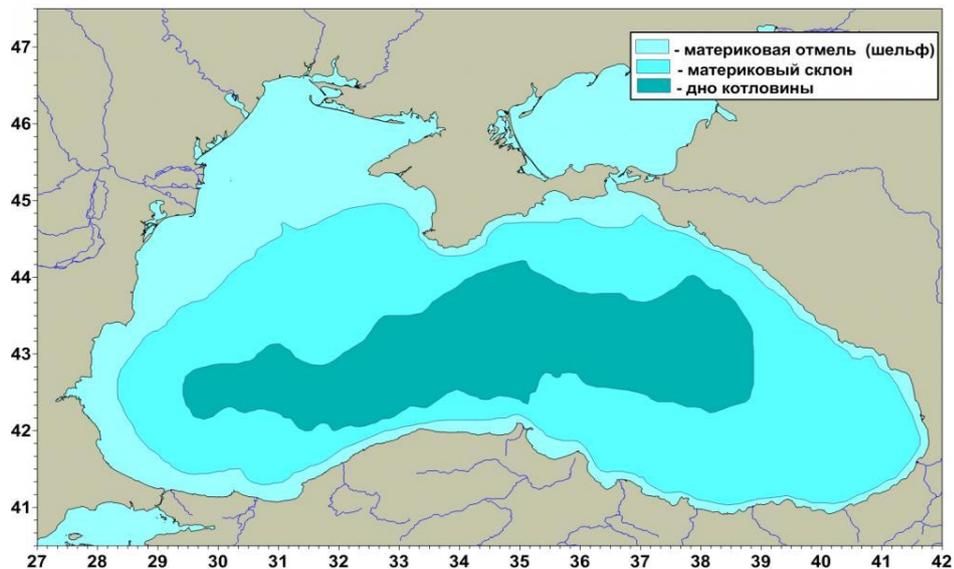


Рисунок 2.1 – Батиметрическая карта Азово-Черноморского бассейна (Вылканов и др., 1983)

Распределением атмосферного давления в различные сезоны года определяются основные направления ветра над акваторией. Для Азовского моря характерно преимущественное направление ветра восточной четверти, в первую очередь в холодный (октябрь-апрель) период года. Вдоль побережья Азовского моря за период 1945-2006 гг. выявлены значимые тенденции уменьшения скорости ветра во все сезоны (Ильин и др., 2009; Ильин и др., 2012). Ветровой

режим разных прибрежных районов из-за рельефа и конфигурации берегов отличается своими особенностями.

Для Азовского моря обнаружены положительные тренды потепления с величинами $0,09-0,16\text{ }^{\circ}\text{C}/10$ лет, которые складываются из двух периодов наблюдений – 1910-1940 гг. и с середины 1970-х годов по настоящее время.

Температурный режим Азово-Черноморского бассейна определяется различными факторами – радиационным балансом на морской поверхности, климатическими условиями, процессами теплообмена с атмосферой и глубинными слоями, сгонно-нагонной циркуляцией и адвекцией вод течениями; в прибрежной зоне – дополнительно влиянием ветра, наличием или отсутствием речного стока, распространением Основного Черноморского течения, поступлением черноморских вод через Керченский пролив в Азовское море и наоборот, а также батиметрией шельфовой зоны, морфологией и ориентацией берегов. Для Азовского моря положительные тренды за 1945-2007 гг. составили $0,013-0,017\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$, а за период 1977-2007 гг. абсолютные величины тенденций составили $1,1-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, что соответствует скорости потепления $0,034-0,056\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{год}$ (Ильин и др., 2009; Ильин и др., 2012).

Одним из важнейших показателей гидрологического режима является соленость морской воды. За период с 50-х гг. прошлого столетия по 2011 г. соленость воды в среднем уменьшилась на 1,0 ‰. Основными причинами могут быть многолетние изменения водного баланса моря и динамика вод, а также природные и антропогенные факторы в отдельных районах моря (Ильин и др., 2012).

Режим солености Азовского моря принято разбивать на два периода – до зарегулирования стока рек в 1952 г. (среднегодовые значения солености 9,3-11,8 ‰ для Азовского моря и 4,7-8,1 ‰ – для Таганрогского залива) и современные условия формирования солености. С 1952 по 2007 гг. выделяется 4 периода с разнонаправленными трендами. Для периода 1977-2007 гг. характерно понижение солености до величин при естественном режиме стока рек в море. В последние годы отмечается повышение солености до 14 ‰, а в летний сезон

вдоль южного побережья по данным экспедиционных исследований до 14,6 ‰ (Ильин и др., 2009; Кочергин и др., 2018).

При сравнительно небольшой протяженности полуострова с севера на юг (около 180 км) прослеживаются существенные различия гидрологических характеристик отдельных участков прибрежной зоны.

В азовской 5-километровой прибрежной зоне Крымского полуострова преобладают глубины 3-6 м. На отдельных участках побережья в Арабатском и Казантипском заливах, а также у м. Казантип, м. Чаганы, м. Зюк и м. Тархан очень близко к берегу подходит 5-метровая изобата, а глубины 10 м у м. Казантип и м. Зюк приближаются к берегу на расстояния до 2-4 км. В Керченском проливе (к северу о. Коса Тузла) преобладают глубины 2-4 м, к югу от него – 5-10 м.

Вдоль береговые наносы перемещаются в Азовском море с запада на восток, в Керченском проливе – с севера на юг.

В Азовском море грунты у берегов песчаные, в Керченском проливе – глинисто-песчаные.

Растительность распределена в соответствии с характером грунтов и гидродинамическими процессами. Вдоль Керченского полуострова в местах выхода коренных пород развиваются ассоциации цистозир, которые с глубиной сменяет филофора (Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: Монография, 2009).

2.1. Метеорологические условия Азовского моря

Ветровая деятельность. Ветер над Азовским морем определяют пять типов барических полей (Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР ..., 1991а). В прибрежных районах на юге Азовского моря скорость ветра имеет выраженный годовой ход. Наибольшие и наименьшие величины отмечаются в Мысовом соответственно в феврале (6,91 м/с) и июне (5,32 м/с), а также минимальные в июле в Темрюке (4,06-4,38 м/с). На юге моря (Мысовое) за 10 лет (1997-2007 гг.) отмечены статистически значимые отрицательные тренды среднемесячных

значений скорости ветра в июне-сентябре и декабре – от минус 0,11 м/с до минус 0,20 м/с. По направлению в холодный период преобладают ветры восточной четверти. За последние 60 лет отмечены положительные тенденции повторяемости восточных румбов в южной части (Мысовое) в весенний (апрель-май) сезон. Тренд составил 1,5 % за 10 лет (Ильин и др., 2009).

Северо-восточные и восточные ветры создают интенсивные нагрузки на прибрежные акватории в Азовском море и Керченском проливе. По скорости преобладающими являются ветры в интервале от 1 до 10 м/с. Суммарная повторяемость восточных и северо-восточных ветров такой скорости составляет 28 %, южных и юго-западных – 24 %. В целом, для ветров всех направлений, указанный интервал скорости обеспечивает 88 % наблюдающихся ветров. Повторяемость штилевой погоды в северо-восточной части моря не превышает 1 %. Обеспеченность ветров скоростью более 10 м/с составляет 11 %, повторяемость ветров скоростью более 20 м/с – 0,35 %, причем, из них 0,23 % приходится на северо-восточные ветры.

Внутригодовое распределение ветров можно анализировать по приведенным в табл. А.1 (ПРИЛОЖЕНИЕ А) данным морских гидрометеорологических станций (ГМС). В Керченском проливе на ГМС «Заветное» повторяемость ветров максимальна и достигает 7,5 %.

В целом максимально высокие волны, наблюдаемые на выбранных ГМС, не превышают высоты 5,5 м (табл. А.2, ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Средние годовые температуры воздуха на западе и востоке полуострова практически одинаковы и находятся в интервале 11,4-11,9 °С. В теплое полугодие среднемесячные температуры воздуха по всему побережью полуострова примерно одинаковы (10-24 °С). Более теплые зимы на ЮБК характеризуют и абсолютные минимальные температуры (табл. А.3, ПРИЛОЖЕНИЕ А).

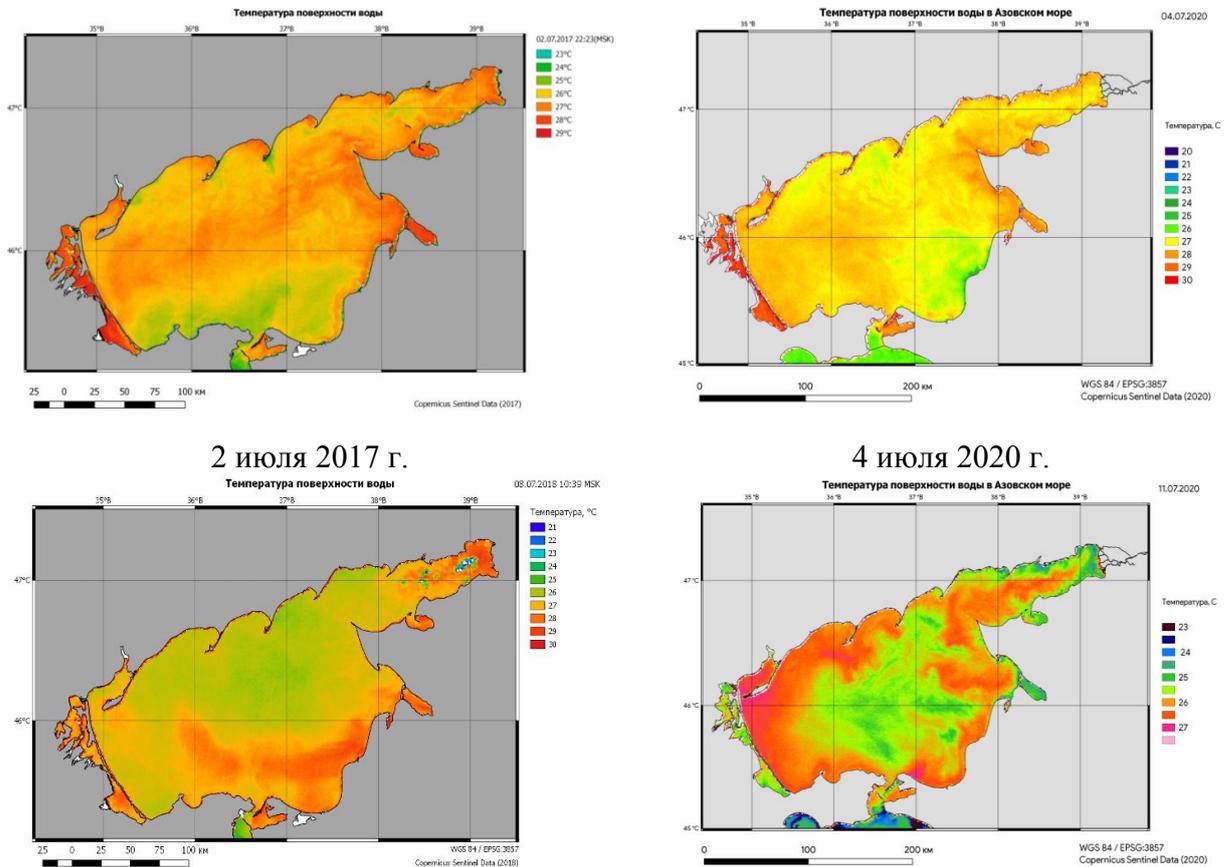
2.2. Особенности гидрологических условий

Температура морской воды. Представленные средние и экстремальные значения температуры воды (табл. А.4, ПРИЛОЖЕНИЕ А) по ГМС «Опасное» и «Мысовое» оказались достаточно близки. В поверхностном слое вод температурный режим северной части Керченского пролива характеризует Азовское море, но в Заветном зимние средние температуры выше, а летние ниже, чем в Азовском море. Абсолютные минимумы температуры воды в Заветном зимой ниже, чем в Опасном из-за более высокой солености, а летом – из-за влияния апвеллингов. Абсолютные максимумы в Заветном выше только с января по апрель. Отличительной особенностью температурного режима Азовского моря, включая прибрежные воды, является прогрев вод в летний сезон до 28-30 °С (рисунок 2.2), что способствует формированию зон гипоксии и заморов рыбы.

Ледовые условия. Лед относится к наиболее важным в прикладном отношении параметрам морской среды. Процессы льдообразования в наибольшей степени развиты в Азовском море и Керченском проливе (в среднем 68-40 дней) (Боровская, 2006). В Азовском море лед наблюдается практически ежегодно. Ледовый режим отличается большой неустойчивостью, как от года к году, так и в течение зимы.

На всех гидрометеорологических станциях Крымского побережья лед в среднем появляется в январе и исчезает в феврале. Наиболее ранние и поздние сроки появления льда тоже близки, это, соответственно, третья декада ноября и первая декада марта. Сроки раннего и позднего окончательного очищения могут значительно отличаться: раннего – от 4 декабря в Феодосии до 23 января в Мысовом, позднего – от 13 марта в Феодосии до 7 мая в Мысовом. Средняя толщина льда изменяется от 20 см в Феодосии до 70 см в пункте Опасное. Средние и экстремальные характеристики ледового режима по данным береговых гидрометеостанций представлены в табл. А.5 (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

Пиленгас, образующий промысловые скопления в «тени» первых ледовых покрытий, покидает их по мере таяния льда.

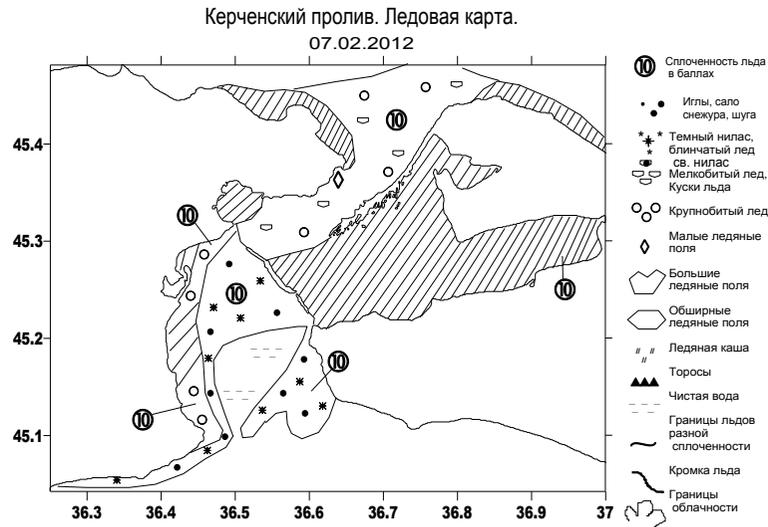


8 июля 2018 г.

11 июля 2020 г.

Рисунок 2.2 – Распределение температуры воды в Азовском море по данным спутника Sentinel

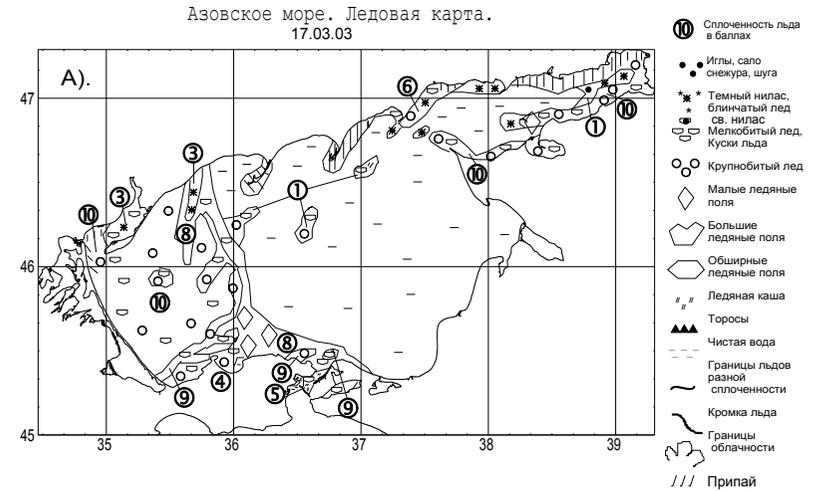
Следует отметить абсолютно не исследованное природное явление, наблюдаемое в южной части Азовского моря, включая Керченский пролив, в холодное время года, которое получило наименование «ледовая река». Об этом явлении нет никаких сведений в современной океанографической литературе. Информация о нем была получена от керченских лоцманов, которые сопровождали караваны судов из Чёрного моря в азовские порты и в обратном направлении в холодное полугодие в условиях реальной ледовой обстановки. Суть отмеченного выше явления заключается в том, что в зимний период года, когда акваторию Азовского моря покрывают поля плавучих льдов, наблюдаются локальные мощные течения южного направления. Эти течения переносят поля битого льда по направлению к Керченскому проливу и далее на северо-восточный



а) Керченский пролив 7 февраля 2012 г.



б) Керченский пролив 13 февраля 2017 г. по данным спутника Sentinel-2



в) Азовское море 17 марта 2003 г.



г) Азовское море 16 февраля 2017 г. по данным спутника Terra

Рисунок 2.3 – Распределение льда в отдельных районах Азовского моря на современном этапе

шельф Чёрного моря со скоростью, которая соизмерима со скоростью движения каравана судов (рисунок 2.3).

Соленость морской воды. В значительной степени определяет видовую структуру морских биоценозов.

Побережье Керченского пролива находится в зоне активной трансформации вод Азовского моря при их выносе в Чёрное море. Эти особенности проявляются не только в пространственном распределении солености, но и в ее незначительной внутригодовой изменчивости (таблица А. 6, ПРИЛОЖЕНИЕ А).

На юго-западе Азовского моря (Мысовое) среднемесячная соленость повышается на 0,3 ‰ только в октябре-ноябре, в Опасном амплитуда колебаний среднемесячной солености составляет 1,1 ‰ в мае и достигает 13,4 ‰ в ноябре.

Экстремальные среднемесячные значения солености изменяются в Мысовом от 8 до 14 ‰, в Опасном – от 10 до 16 ‰. В последние 2 года в южной прибрежной части Азовского моря у Керченского пролива отмечались отдельные случаи высоких (свыше 17,0 ‰ в период выполнения океанографических съемок) показателей солености. Так, по данным наблюдений сектора промысловой океанографии отдела «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» среднемесячная соленость в Керченском проливе в январе 2018 г. составляла 17,68 ‰, практически аналогичная соленость (17,44 ‰) отмечалась там же в июле 2019 г.; октябрь–ноябрь 2020 г. характеризовались высокими соленостями на уровне 16,88–17,06 ‰.

По данным комплексных океанографических съемок Азово-Черноморского филиала южная часть Азовского моря, как, впрочем, и вся акватория собственно моря, в последние годы характеризуется рекордно высокими уровнями солености вод, причиной которых является продолжающееся маловодье на Дону. Так, соленость на станции 24Ц, расположенной в южной прибрежной части Азовского моря, в период с июня по октябрь колебалась от 14,7 до 15,28 ‰ в 2019 г. и от 15,29 до 17,29 ‰ в 2020 г. (Отчеты о научно-исследовательских работах в рамках исполнения государственного задания Азово-Черноморского филиала за 2018-2020 гг.).

Ход изменения среднегодовой солености Азовского моря за период 1960-2020 гг. свидетельствует о том, что в 2020 г. был установлен своеобразный рекорд среднегодовых значений солености Таганрогского залива, собственно моря и всего моря (таблица 2.1, рисунок 2.4).

Таблица 2.1 – Среднегодовые значения солености Таганрогского залива (2020 г.)

Соленость, ‰		
Таганрогский залив	собственно море	все море
11,78	15,10	14,83

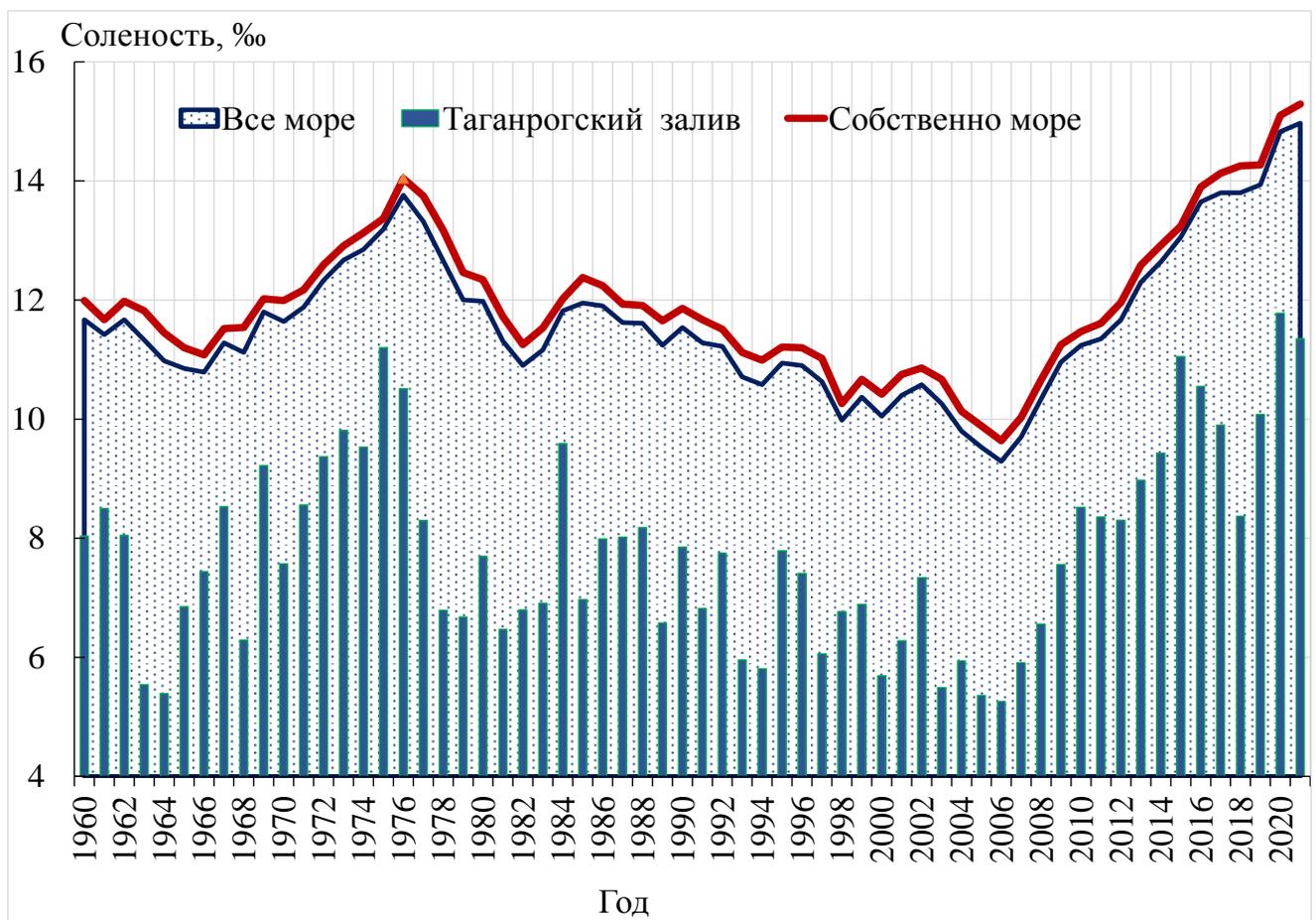


Рисунок 2.4 – Изменение среднегодовой солености Таганрогского залива, собственно моря и всего Азовского моря

В пространственном распределении солености воды на каждом из горизонтов практически вся акватория собственно моря характеризовалась

соленостью 15 ‰. Для последних трех лет подобная структура пространственного распределения солености в собственно море стала стабильной.

Для пиленгаса, эффективность естественного воспроизводства которого напрямую зависит от солености воды, данная динамика играет положительную роль.

Течения в Азовском море определяются преобладающими ветрами. В поверхностном слое направления течений совпадают с направлением ветра. При устойчивых ветрах в придонном слое возникают компенсационные противотечения, результирующий поток формирует систему круговоротов (рисунок 2.5).

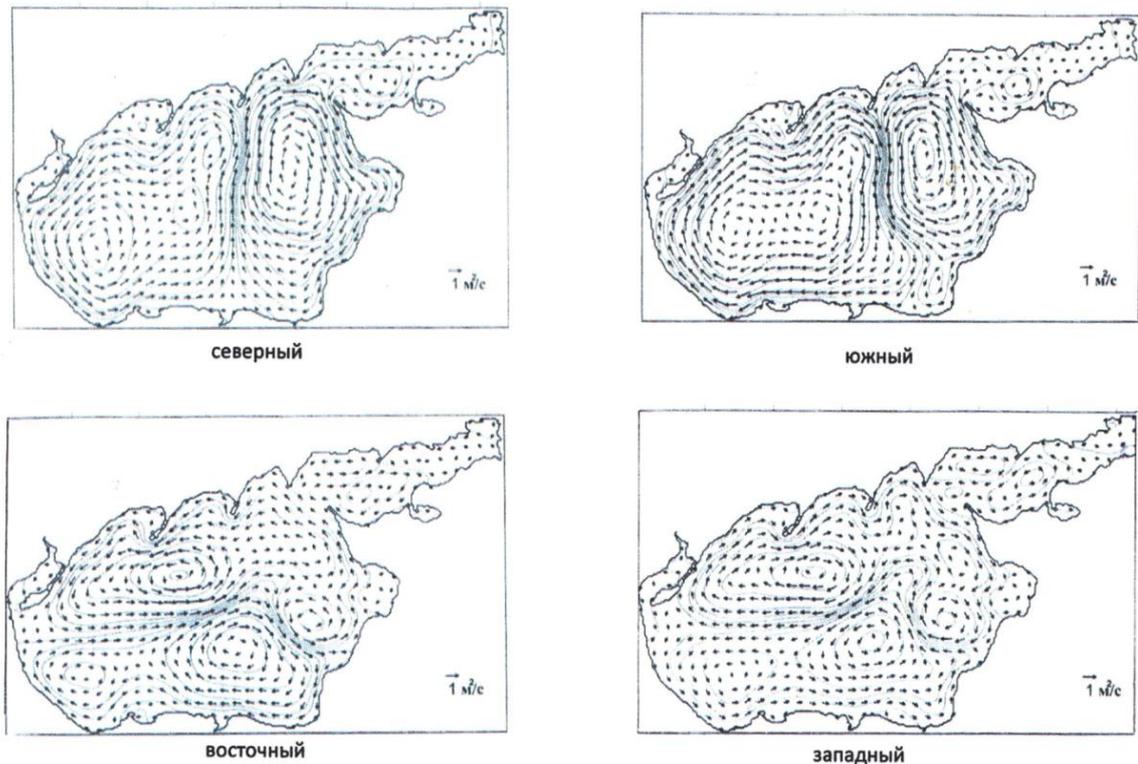


Рисунок 2.5 – Распределение моделируемых полных потоков течений Азовского моря для ветров различных направлений (Ильин и др., 2009)

При северных и западных ветрах вдоль крымского побережья формируются циклонические круговороты и юго-восточные, восточные течения, при южных и восточных – антициклонические круговороты и западные, северо-западные течения. Скорости поверхностных течений максимальны при северо-восточных

ветрах и достигают 25 см/с, осредненный за месяц модуль течений может достигать 14 см/с (в ноябре).

В Керченском проливе выделяют три основных типа течений: устойчивое Черноморское, устойчивое Азовское и неустойчивое (Краткая гидрологическая характеристика в районе строительства Керченского гидроузла, 1973).

В целом характер течений в проливе определяется двумя процессами: стоком вод Азовского моря и ветром. Причем ветровая компонента течений может в несколько раз превышать стоковую. Повторяемость, продолжительность и скорости Азовских и Черноморских течений в проливе представлены в таблице А.7 (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

На рисунок 2.6. представлены схемы Азовских и Черноморских течений после строительства тузлинской дамбы, построенные на основе эмпирических данных.

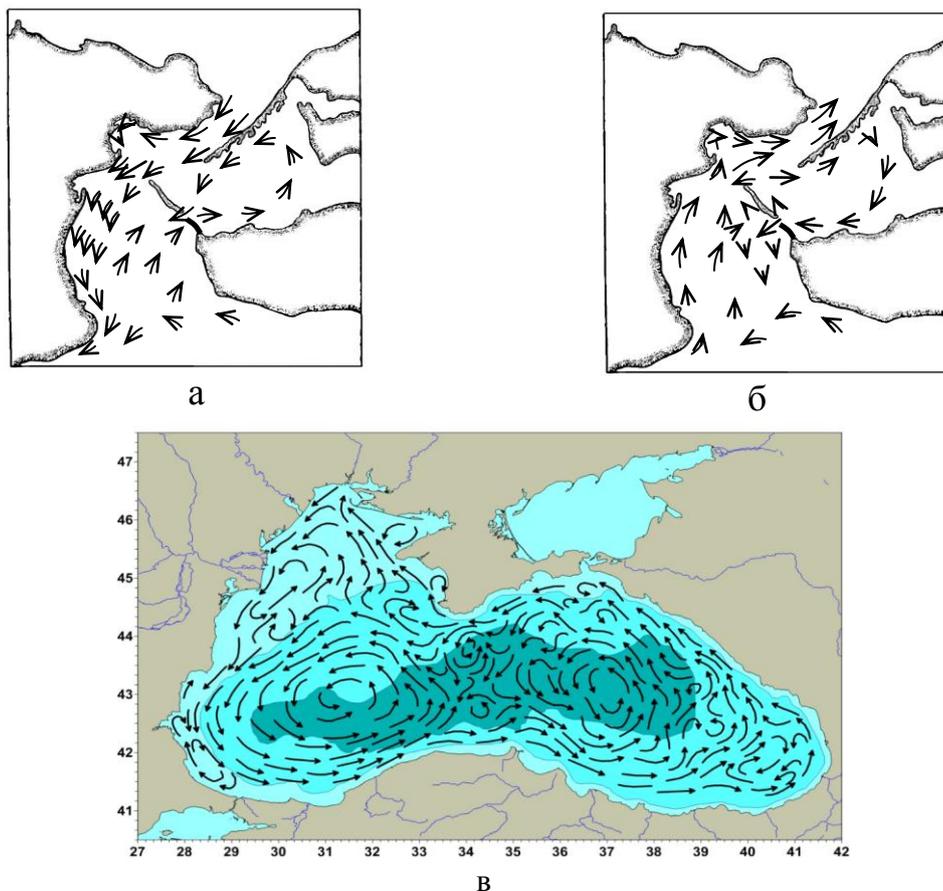


Рисунок 2.6 – Типовые схемы циркуляции вод в Керченском проливе: а – азовский поток, б – черноморский поток (Ломакин, Боровская, 2006), общая схема (в) циркуляции вод Чёрного моря (Океанографическая энциклопедия, 1974)

Выполненные исследования позволяют заключить, что в южной части Керченского пролива значимые максимумы скорости течений отмечаются в районах Павловской узости – до 35 см/с. Минимальные скорости течений (до 10 см/с) наблюдаются в южной части Керченского пролива, обладающей более значительными глубинами и шириной (Ломакин, Боровская, 2006).

2.3. Особенности гидрохимических показателей вод Азовского моря

Содержание кислорода в морской воде. В Азовском море среднее содержание кислорода в воде увеличивается в сторону открытого моря от 11,2-11,3 мл/л у берега до 11,5-11,6 мл/л на удалении 5 км от берега.

Летом повсеместно наблюдается снижение растворимости кислорода в воде и снижение значений его концентрации. В придонных слоях вод Азовского моря может наблюдаться дефицит растворенного кислорода (Боровская и др., 2005).

Осенью в прибрежных водах Азовского моря содержание кислорода сравнительно однородно и составляет 9,3-9,4 мл/л, возрастая в Арабатском заливе до 9,6 мл/л.

Повышение концентрации аммонийного азота обычно указывает на свежее загрязнение акваторий. Предельно допустимые концентрации аммонийного азота для рыбохозяйственных водоемов – 390 мкг/л.

Среднее многолетнее содержание аммония в Азовском море уменьшается в западном направлении от Керченского пролива до м. Чаганы от 140 до 60 мкг/л, а затем возрастает в сторону Арабатского залива до 80 мкг/л. В Керченском проливе понижение содержания аммония происходит с юга на север от 200 до 140 мкг/л.

Концентрации нитратов, как и аммиак в Азовском море, уменьшаются от Керченского пролива в сторону м. Чаганы от 45 до 35 мкг/л, а затем возрастают в сторону Арабатского залива до 45 мкг/л.

В Керченском проливе понижение содержания нитратов происходит с севера на юг от 50 до 25 мкг/л. В Черном море их содержание имеет тенденцию

понижения в прибрежных водах Керченского полуострова с востока на запад от 25 до 10 мкг/л. К ЮБК концентрации снижаются до 2 мкг/л. У западного побережья показатель изменяется в пределах 2-10 мкг/л в Каламитском заливе, но в Каркинитском заливе он возрастает до 100 мкг/л.

Среднее многолетнее содержание фосфатов в прибрежных водах Крымского полуострова со стороны Азовского моря возрастает от Керченского пролива в сторону Арабатского залива от 10 до 18 мкг/л. В Керченском проливе средние многолетние концентрации фосфатов несколько выше в северной части пролива (10 мкг/л), чем в южной (6-8 мкг/л).

Кремний (соли кремниевой кислоты) входит в состав опорных образований у растений и скелетных образований у животных. Среднее многолетнее содержание кремния в рассматриваемых водах Азовского моря (600-850 мкг/л) в несколько раз превышает его содержание в водах Черного моря (200-400 мкг/л) ввиду влияния речного стока. Соответственно, в Керченском проливе, в южной его половине содержание кремния составляет 300-400 мкг/л, а в северной – 400-600 мкг/л.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Хозяйственная деятельность и её воздействие на экосистему Азовского моря

Кризисная трансформация экосистемы Азовского моря имеет, «смешанную» природно-антропогенную основу. Предвидеть и минимизировать негативные воздействия техногенного характера – главная задача современной экологии. Активизация судоходства и добычи полезных ископаемых, загрязнение вод бассейна различными биологически активными веществами, необоснованная интенсивность рыбного промысла обусловили сокращение биологического разнообразия, перестройку сообществ, изменения в поведении и физиологии гидробионтов. В разы сократились объемы добычи водных биологических ресурсов. Для Азовского моря важным является определение требований и норм щадящего рационального природопользования.

Своеобразие Азовского моря и современное состояние его экосистемы определяется ограниченной связью с Мировым океаном, зависимостью гидрологического режима от речного стока, отсутствием приливов, высокой биологической продуктивностью и мощным антропогенным прессом. На все эти факторы накладываются квазипериодические климатообразующие процессы, важнейшим из которых является атмосферная циркуляция (Кожурин и др., 2019; Брянцев, Панов, 2000).

Во второй половине XX столетия четко обозначилась социально-экологическая проблема деградации морской экосистемы Азовского моря, уровень рыбопромысловой продуктивности которого снизился более чем на порядок (Goubanov, 2005; Губанов, 2006).

Антропогенный пресс и прямое природное воздействие, оказываемые на обитателей Азовского моря в последние десятилетия, обусловлены целым рядом причин, из которых главная – поступление загрязняющих веществ в море с речным стоком. Бассейн моря аккумулирует в себе все загрязнители, приносимые

водами Дона, Кубани и других более мелких рек России и Украины. Практически все регионы с развитой промышленностью примыкают к бассейнам крупных рек и прибрежным морским районам, принимая огромное количество гумуса, удобрений, ядохимикатов, отходов промышленных и сельскохозяйственных предприятий, тяжелых металлов, соединений азота и ртути, фенолов, СПАВ, растворенной и нерастворенной органики (Губанов, 2005; Goubanov, 2005).

По некоторым данным только в Украине работало 1700 вредных производств, из которых 1000 – химические, т.е. особенно экологически опасные, а 15 % территории Украины являются зоной экологического бедствия. Особенно интенсифицируется поступление поллютантов при аварийных сбросах стоков, а при стихийных или техногенных ситуациях, сопровождающихся мощными паводками, они практически неуправляемы и неподконтрольны (Батлук, 2011).

В этой связи вызывает обоснованную тревогу прогнозирующееся дальнейшее повышение паводков, обусловленное глобальным потеплением; оно неизбежно приведет к сбросу в море большого количества загрязнителей различного происхождения со всеми вытекающими из этого факта негативными последствиями. Весной и осенью 2021 г. прогноз, к сожалению, оправдался - паводок крымских рек оказался исключительно мощным (наводнения в Ялте, Керчи и др.) и принес катастрофические последствия.

На экосистему Азовского моря и Керченского пролива значительное влияние оказывают судоходство и объекты морского транспорта. Действующие морские порты и судоремонтные и судостроительные заводы в Керчи, Севастополе, Феодосии, Мариуполе и др. оказывают отрицательное воздействие на морскую среду при перегрузочных работах, операциях с сыпучими грузами и нефтепродуктами, и другими видами производственной деятельности.

Антропогенное влияние на состояние донных осадков и минерализацию воды при дноочистительных, дноуглубительных работах в портах и судоходных каналах, рытье траншей, отсыпке пляжей, донных тралений однозначно характеризуется как весьма отрицательное (Губанов и др., 2017). Достаточно сказать, что основной причиной исчезновения знаменитых черноморских устриц,

экспортировавшихся в начале прошлого века во Францию, Германию и другие страны (Губанов, 1991), явилось крупномасштабное и разнообразное воздействие на экосистему, связанное с интенсификацией различной хозяйственной деятельности – дампингом, рефулированием песка, дноуглубительными работами, траловым промыслом, рисоводством и т.п.

Основным загрязнителем Азовского моря являются нефтепродукты. По данным ОПЕК, ежегодная мировая добыча нефти в 2002 г. составляла 3 млрд 47 млн т, в 2016 г. – 3 млрд 711 млн т, из которых 3/5 транспортируется танкерами, 2/5 – трубопроводами; 12 % общего загрязнения моря приходится на потери от транспортировки, перегрузки нефти и аварий.

При существующих темпах роста добычи нефти можно ожидать в начале 20-х годов текущего столетия увеличения ежегодного объема нефтеперевозок до 200 млн т. При этом через терминалы России предполагается транспортировать в год до 60 млн т, Украины – до 50 млн т, Грузии – до 30 млн т, Болгария – до 25 млн, Турции – до 35 млн т.

Без учета аварийных ситуаций только при технологических потерях в 0,01 % от объема транспортируемых нефтепродуктов в морскую среду может поступать ежегодно до 20 тыс. т нефтепродуктов. При авариях эти потери могут возрасти в десятки раз (Губанов, Иевлева, 2006).

Особенностью морских организмов разных уровней трофической цепи является их способность аккумулировать загрязнители различного происхождения, но легче всего они аккумулируют нефтяные углеводороды. Классическим примером в этом отношении могут служить мидии, уровень накопления суммы нефтяных углеводородов в которых на порядок выше хлорированных; максимальные концентрации отмечаются на акватории портов. Это и естественно, поскольку донные отложения в портах наиболее загрязнены. Так, уровни концентраций нефтепродуктов в донных отложениях в бухтах Севастопольского порта достигают до 24000 мг/кг, Одесском и Ильичевском портах – около 6000 мг/кг, в Керченском порту – 5000 мг/кг (Деньга и др., 2003).

Сброс в море балластных, льяльных вод, которых только в портах Украины в 2001 г. сброшено 11 млн т, приводит к дополнительному поступлению нефтепродуктов и железа и сверхвысоким концентрациям азота, фосфора и кремния в донных отложениях. (Израэль, Цыбань, 1989; Goubanov, 2005).

3.2. Влияние чужеродных видов вселенцев, антропогенное воздействие и эвтрофикация – основные источники изменения абиотической части экосистемы

В последние десятилетия большое значение для экологического состояния Азовского моря наряду с физическим и химическим загрязнением приобрели проблемы биологического загрязнения, в т.ч. стихийная акклиматизация различных видов животных и растений аутоакклиматизантов, результаты которой часто не предсказуемы и проявляются в колоссальном уроне, причиняемом окружающей среде изменениями естественных экосистем, сохранению численности, а иногда и полным исчезновением видов (Виноградов и др., 1995).

В связи с чем, Азово-Черноморский бассейн, в котором зарегистрировано около 130 видов-вселенцев, испытывает значительные риски.

Наряду с интенсификацией хозяйственной деятельности, регулированием рек, сбросом загрязненных вод, эвтрофикацией, ННН-промыслом, стихийное вселение ряда акклиматизантов оказывает негативное воздействие на всю экосистему Азовского моря, как это произошло в случае с гребневиком мнемнопсисом (*Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865), о котором будет сказано ниже.

Общеизвестно, что вселение новых видов целесообразно лишь в случае, если в водоемах имеются свободные экологические ниши, нарушались условия жизни для аборигенов или ввозятся рекруты более ценные, чем аборигены, более полно использующие кормовые ресурсы (Губанов и др., 2009).

Интродукция чужеродных видов, должна быть рассмотрена как биологическая проблема. Трансокеанические перевозки представляют один из видов биологических загрязнений, вселенцы – биогеографических поллютантов.

Одним из преднамеренно вселенных видов явился интродуцент пиленгас, не только освоивший бассейны Чёрного и Азовского морей (Кожурин, 2018b), но и проникший в Средиземное море, где впервые был зарегистрирован в 2000 г. на севере Эгейского моря как *Mugil soiuu Basilewsky, 1855* (Koutrakis, 2000), а в 2005 г. здесь же был отмечен как редко встречающийся вид (Turan, 2005).

Современный анализ видов вселенцев, акклиматизировавшихся Азовском море, показал, что интродукция значительно увеличила видовое разнообразие бассейна. Существующий ныне перечень из 130 видов постоянно расширяется, включая 19 видов интродуцентов, представляющих ценные пищевые объекты. Кроме того, большую часть вселенцев составили виды, вносимые балластными водами за счет увеличивающегося тоннажа судов и сокращения времени перевозок (Губанов, 2007; Pletnev et al., 2005).

В то же время два вида съедобных двустворчатых моллюсков *Cunearca cornea* и *Mia arenaria* рассматриваются как возможные ресурсы рыболовства, а японская устрица *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) является объектом марикультуры; брюхоногий моллюск рапана *Rapana thomashiana thomashiana* (Crosse, 1851) и дальневосточный интродуцент пиленгас *Planiliza haematoheila* (Temminck et Schlegel, 1845) уже стали промысловыми видами в странах Причерноморья (Губанов, 1991; Губанов и др., 2017).

Наиболее массовые виды-вселенцы Азовского моря – мия, кунеарка, рапана, мнемнопсис, берое, некоторые водоросли и балянусы, из рыб – гамбузия и пиленгас (Губанов, 2007; Губанов и др., 2017; Кожурин, 2018a; Кожурин, Губанов, 2019).

Глобальным трансграничным источником загрязнения прибрежных экосистем являются морские аэрозоли, через которые загрязнители возвращаются к людям; разрушение морских биоценозов ведет к увеличению их токсичности (Pletnev et al., 2005).

Огромную роль в загрязнении моря играют атмосферные переносы. Вклад атмосферного осаждения в Мировой океан примерно соответствует доле речного стока в общем балансе загрязняющих веществ, поступающих в море. Воздействие

на морские организмы углеводов, тяжелых металлов, хлорированных углеводов, стало одним из важнейших экологических факторов, определяющих возможность выживания морских организмов (Израэль, Цыбань, 1989).

Антропогенное воздействие отразилось на запасах донных беспозвоночных и водорослей, а также на общей структуре донных биоценозов. Некогда большие запасы этих представителей донных сообществ сильно сократились.

Эвтрофикация деятельного слоя и другие изменения, вызванные антропогенным воздействием, привели к изменению биотической части экосистемы. Из-за резкого увеличения биомассы медуз, ноктилюки, жгутиковых и, особенно, гребневика мнemiопсиса возникли тупиковые звенья пищевой цепи. Отсутствие врагов, необычайно высокая прожорливость и плодовитость, хорошие условия обитания в Азовском море, способствуют их массовому развитию в теплое время года. В результате потребления гребневиком кормового зоопланктона, икры и личинок рыб (преимущественно пелагических летнерестующих) неустойчивое равновесие нарушилось, и в начале 90-х гг. прошлого века произошло резкое сокращение запасов хамсы, ставриды, азовской тюльки, барабули и некоторых других промысловых рыб. Падение уровня запасов привело и к уменьшению уровней уловов во всех странах Причерноморья.

В аспекте антропогенного воздействия история формирования современного ихтиоценоза во второй половине XX века выглядела следующим образом. Повышение притока в море с речной водой органики и биогенных элементов, отмеченное начиная с 50-60-х гг., а также вовлечение их дополнительного количества в деятельный слой не привело к адекватному увеличению продукции кормового зоопланктона и рыб, что в итоге может вызвать их полное исчезновение (Губанов и др., 2017).

Важнейшая задача, которой уделяется внимание во всем мире, – это изучение биологического разнообразия и экологических механизмов его сохранения, а также изучение механизмов реагирования живых организмов на антропогенное влияние. Одной же из главных задач экологии вообще и морской в

частности является развитие взаимодействия природы и человеческого общества как неотъемлемой части биосферы.

Загрязнение морских вод у берегов Российской Федерации, Украины, Грузии, Болгарии и Румынии способствовало снижению численности многих ценных в хозяйственном отношении рыб прибрежного комплекса – кефалей, окуневых и др., с конца 60-х гг. прекратились миграции к берегам этих стран (за исключением Турции) крупных хищных рыб-мигрантов Мраморного моря (луфарь, скумбрия, пелагида). Из-за нерационального промысла уменьшились запасы осетровых, камбалы калкан, сократилась численность дельфинов (в конце в 1967 г. – 0,5 млн, ныне – от 50 до 100 тыс. голов).

Уменьшение численности традиционных для черноморской экосистемы хищных рыб и млекопитающих привело, с одной стороны, к увеличению запасов мелких пелагических рыб, объектов питания хищников, с другой – к увеличению численности менее ценных в пищевом отношении хищных рыб, в первую очередь мерланга и акулы катран.

Мощнейший удар по экосистеме Азовского моря нанесло стихийное вселение из вод Атлантики с балластными водами и массовое развитие гребневика мнemiопсиса (*Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865), (Виноградов и др., 1989; Виноградов и др., 1995; Баришполец и др., 1990; Воловик и др., 1991). Лишая пищи промысловых рыб, он в огромных количествах поедает зоопланктон, выедая в летний период ежесуточно 77 % всей биомассы и более половины суточной продукции зоопланктона, уничтожая икру и личинок рыб. Все это привело к резкому снижению запасов пелагических рыб.

В 1989-1990 гг. уловы причерноморских стран упали с 650 тыс. до 90 тыс. т.

В 1988 г. в Азовском море гребневик, выев основную часть продукции зоопланктона, стал основным пищевым конкурентом хамсы и тюльки, годовые потери которых составляли 100-110 тыс. т.

Относительным спасением для экосистемы Азовского моря явилось вселение – гребневика *Beroe ovata* Mayer, 1912 (Изергин и др., 2011). Появление этого мощного конкурента мнemiопсиса, в значительной мере остановило

хищничество последнего (Воловик, 2000; Мирзоян, 2000), общая биомасса которого к концу 80-х годов прошлого века приблизилась к 1 млрд т в Чёрном море и к 30 млн т в Азовском море (Губанов, 2009; Губанов, 2005).

Вселение гребневика берое оказалось исключительно важным для восстановления кормовой базы пелагофильных рыб и, как следствие, увеличения их запасов. В 2010 г. только запас азовской хамсы составлял 480 тыс. т., тогда как с 1986 по 1991 он падал со 100 тыс. т до 10 тыс. т, а в 2009 равнялся 150 тыс. т (Губанов, 2009; Изергин и др., 2011; Губанов и др., 2009). Возобновился промысел ставриды и увеличились уловы азовского анчоуса в Чёрном море в 2001-2003 гг., и в 2009-2013 гг. (Мирзоян, 2000).

Особенности биологии вселенца, основные физиологические и экологические характеристики нового для бассейна вида освещены в работах (Виноградов, Шушкина, 1982; Воловик, 2000).

Роль желетелого макропланктона Азовского моря и анализ функционирования экосистем бассейнов до массового развития нового вселенца и после описаны в ряде работ (Гришин и др., 1994; Lebedeva & Shushkina, 1994; Shushkina et al., 2000).

Результаты исследований мнемипсиса, история вселения в Чёрное море, ситуация, сложившаяся после 1995 года, достижение пика биомассы весной и летом, с последующим его снижением, вертикальное распространение и факторы, влияющие на размер популяции, статистический анализ наблюдений за сезонным распределением приведены в ряде работ (Воловик и др., 1998; Кучерук, Востокова, 2003), а также детально рассмотрены исследования, посвящённые особенностям питания мнемипсиса в новых условиях (Виноградов и др., 1989; Гришин и др., 1994; Кучерук, Востокова, 2003).

Проблемы распространения мнемипсиса в Азовском море, включающие изменения в структуре зоопланктона и его биомассе, оказали значительные изменения в численности рыб, потребляющих пелагические и бентосные организмы.

В начале 90-х учеными были предложены мероприятия по биоконтролю за развитием мнемнопсиса в Азово-черноморском бассейне (Harbison, Volovik, 1993). Рекомендованы меры по акклиматизации видов, способных потреблять мнемнопсиса как кормовой объект, в частности, другого гребневика – берое, и некоторых рыб из нативного ареала мнемнопсиса.

С момента первого появления гребневика мнемнопсиса в Азовском море, в 1988 г., прошло более 30 лет. Весь этот период в теплое время года хищническому уничтожению подвергались обитатели пелагического комплекса – зоопланктон, меропланктон, личинки и молодь рыб (Воловик, 2000; Мирзоян, 2000).

Отсутствие врагов у этого вселенца, необычайно высокая прожорливость и плодовитость, хорошие условия обитания в Азовском море, способствовали его массовому развитию. К концу 80-х годов прошлого века общая биомасса этого животного приблизилась к 1 млрд т в Чёрном море и к 30 млн т – в Азовском (Губанов, 2009; Губанов и др., 2009).

Первые находки безлопастного гребневика берое были сделаны в 1999 г., единичные экземпляры этого вида были обнаружены в предпроливной зоне Азовского моря (Луппова, 2002).

Единичные экземпляры были впервые обнаружены в предпроливье Азовского моря в 1990 г. Первые годы популяция гребневика формировалась в конце августа – начале сентября в южной и юго-восточной частях Азовского моря, позднее и в западной части моря; поднимались в 2009 г. к Бердянскому заливу, где ими были «забиты» ставные орудия лова; на отдельных участках численность берое достигала в поверхностном слое 15 экз. на м². Впервые за 11 лет в 2010 г. освоили всю акваторию Азовского моря, сыграв лимитирующую роль в распределении мнемнопсиса (Изергин и др., 2011).

Появление и развитие в Азовском море популяции нового гребневика (берое) достигло своего апогея в 2010 г. Планктонное сообщество развивалось динамично, с образованием двух пиков биомасс, второй из которых формировался за счет развития копепод. Результатом хорошего нереста и роста личинок донных беспозвоночных стало увеличение числа оседаний червей и

моллюсков. Средняя биомасса зообентоса в августе оставалась на достаточно высоком уровне, среди донных беспозвоночных по численности вида и биомассе доминировала *Cerastoderma*.

Вселение гребневика берое оказалось исключительно важным для восстановления кормовой базы пелагофильных рыб и, как следствие, увеличения их запасов. В 2010 г. только запас самой популярной и самой массовой рыбы – азовской хамсы, составлял 480 тыс. т, тогда как с 1988 по 1991 гг. он падал со 100 тыс. т до 10 тыс. т, а в 2009 г. равнялся 150 тыс. т (Губанов, 2009; Изергин и др., 2011; Губанов и др., 2009).

В течение последних сорока лет произошла глубокая трансформация морских экосистем, вызвавшая серьезные экологические проблемы – нарастание эвтрофикации и деградации системы с изменениями в составе и обилии гидробионтов, изменениями видовых сообществ и их взаимодействия на экосистемном уровне. Вместе с этими проблемами отмечается снижение рыбопромысловой продуктивности, химическое загрязнение, изменения биоразнообразия, разрушение биоценозов, внедрение видов – вселенцев, воздействие климатических изменений.

Экологический мониторинг, осуществляемый в последние годы, указывает на заметное улучшение состояния отдельных компонентов экосистемы Азово-Черноморского бассейна. В Азовском море вылов в 1997 г. увеличился, но составил всего 26 % вылова «догребневикового» периода, в Чёрном море среднегодовой вылов составил 80 % от периода 1970-1988 гг. (Е. Губанов и др., 2017).

Таким образом, появление берое позволило лишь частично восстановить здесь промысел хамсы, тюльки и ставриды, но не решило проблемы биоконтроля над восстановлением запасов основных промысловых рыб, хотя заходы в Чёрное море пеламиды и луфаря, практически исчезнувших в водах Крыма, вновь появились здесь после вселения берое.

Хищные рыбы, луфарь и пелагида, стали более массовыми – их среднегодовые уловы в сравнении с предшествующим периодом, возросли более

чем вдвое. Происходило существенное влияние крупных пелагических хищников на численность их основных кормовых объектов – черноморских массовых планктоноядных рыб.

Рост эвтрофикации 70-х и 80-х гг. XX века определил деградацию системы, изменения видового состава, обилия гидробионтов и их взаимодействие на экосистемном уровне, снижение рыбопромысловой продуктивности, внедрение видов вселенцев.

Кроме чисто рыбохозяйственного аспекта интродукция должна быть рассмотрена как биологическая проблема. Трансокеанические перевозки представляют один из видов биологического загрязнения, а вселенцы – разновидность биогеографических поллютантов. Вселенцы начинают изменять экосистему Азовского моря и этот процесс вряд ли обратим.

ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПИЛЕНГАСА

4.1. Биологические особенности акклиматизации в новых экосистемных условиях

В 70-х годах прошлого века в Азово-Черноморский бассейн был интродуцирован пиленгас, где широко распространился по всей акватории Азовского моря и прибрежной зоне Чёрного моря; зарегистрирован его выход в Средиземное, Мраморное и Эгейское моря. Начиная с 1989 г., ежегодно отмечается его эффективное естественное воспроизводство. С начала 90-х годов ведется промысловый лов этого объекта.

В новых условиях акклиматизант проявил удивительный темп роста. Масса сеголеток в Шаболатском лимане достигает 100-115 г, двухлеток – 1100-1350 г. Четырехлетки пиленгаса в Шаболатском лимане достигают такой длины и массы (56 см, 2600 г), какая характерна для рыб маточного водоема в возрасте 11 лет. Поимка разновозрастных рыб в различные сроки указывает на то, что пиленгас вполне благополучно переносит суровые условия зимовки в лиманах, в то время как черноморские кефали не выносят зимнего охлаждения вод и погибают (Куликова, Шекк, 1996).

Отмечается более раннее созревание азово-черноморского пиленгаса – самки становятся половозрелыми в трех-, четырехлетнем, самцы в двух-трехлетнем возрасте. Нерест наблюдается с мая по июнь-июль. Абсолютная плодовитость составляет от 500 тыс. шт. до 4 млн шт. икринок. Во всех этих водоемах темп роста пиленгаса в 2-3 раза выше, чем в нативном ареале.

Наиболее благоприятные условия для нереста – в соленых лиманах, таких как Сиваш и Молочный лиман. Так, по данным учетной съемки 1992 г. в Молочном лимане находилось 9 миллиардов личинок и мальков пиленгаса (Яновский, Изергин, 1995).

Численность популяций постепенно увеличивалась, в 2005 г. запас пиленгаса в Азовском море составлял около 62 тыс. т (Балыкин, Старцев, 2017).

Однако с 2009 года его промысловый запас стал постепенно уменьшаться и к 2015 году составил 2,6 тыс. т (по оценкам специалистов АзНИИРХ) (Беседин, Реков, 2003).

Тенденция снижения численности азовской популяции пиленгаса наблюдалась и в последующие годы (Кожурин, 2018а; Кожурин и др., 2020а). По-видимому, для вида, также как и для черноморских кефалей, характерно формирование в отдельные годы урожайных и неурожайных поколений.

Пиленгас, как и многие представители сем. Mugilidae, характеризуется широкой экологической пластичностью, но выраженной в большей степени, чем у других черноморских кефалей. Он может обитать как в опресненных, так и в водах океанической солености, нагуливаться в сильно прогреваемых водах мелководий, заливов, лагун. Благодаря явно выраженным эвритермности и эвригалинности пиленгас достаточно быстро адаптировался в новом ареале. Проведенные исследования показали, что условия обитания пиленгаса в водоемах вселения (температурный и газовый режимы, соленость, кормовая база) благоприятны для его летнего нагула, зимовки и созревания (Куликова и др., 1996; Яновский, Изергин, 1995).

Нерест азовского пиленгаса происходит с мая по июнь, иногда по первую половину июля. Разгар нереста в лиманах Азовского моря отмечается, как правило, в середине мая, в южной части Керченского пролива и в районе предпроливья – в середине июня. Ход через Керченский пролив наиболее зрелых особей, в зависимости от температуры, в конце мая - начале июня. ГСИ самок в среднем равен 16,1 %, у самцов – 11,7 %. Размерные ряды ооцитов имеют четко выраженный модальный класс. Средний диаметр ооцитов составляет 618,9 мкм при вариабельности от 521 до 686 мкм (Булли, 2009).

Зрелые ооциты имеют, как правило, одну крупную жировую каплю диаметром от 370 до 500 мкм. В период эмбриогенеза она выполняет в основном гидростатическую функцию. Диаметры зрелых ооцитов варьируют в значительных пределах: от 763,8 до 926,6 мкм (Булли, 2012; 2020). Установлено, что более высокий процент оплодотворения отмечается в более крупной икре

пиленгаса, однородной по размеру, интенсивно обводняющейся в процессе созревания, сухая масса, которой составляет не менее 54 мкг. Этот критерий качества зрелой икры является определяющим, поэтому при отборе производителей для работ по воспроизводству ориентируются на размеры исходных желтковых ооцитов, которые должны быть не менее 600 мкм при коэффициенте вариабельности не более 3%. Потомство кефали, полученное от такой икры, характеризуется лучшей жизнеспособностью (Булли, 2009; 2012; 2020; Макухина, 1991).

Икра пиленгаса в разных районах может иметь разную плавучесть. Например, у рыб, мигрирующих через Керченский пролив, положительную плавучесть наблюдали в воде соленостью 14-20 ‰. В районе Молочного лимана от части рыб была получена икра с нейтральной плавучестью 12 ‰, однако процент оплодотворения ее не превышал 30 %. Качественная икра, характеризовавшаяся лучшей оплодотворяемостью, была получена от более крупных исходных ооцитов (IV стадии зрелости гонад), ее нейтральная плавучестью отмечалась при солености 15-18 ‰ (Булли, 2012).

Эффективное естественное воспроизводство интродуцента отмечается в акваториях с более низкой соленостью. Вероятно, адаптация к новым условиям шла по пути увеличения гетерогенности размерного состава и доли мелкой икры в яичнике одной самки, уменьшения средних размеров и повышения плавучести икринок. Оптимальные и пороговые показатели солености для ранних стадий развития акклиматизанта сдвинулись в сторону меньших значений (Булли, 1994; 1999; Пряхин, 2001). Все это способствует более полной реализации воспроизводительной способности популяции, возможности развития зародышей во взвешенном состоянии в менее плотных водах Азовского моря в сравнении с плотностью вод материнского ареала.

У кефалей (лобана, сингиля и пиленгаса) четко прослеживается зависимость плавучести икры от величины относительного объема жировой капли. Чем больше относительный объем жировой капли икры, тем выше нейтральная плавучесть, тем в воде меньшей солености она способна удерживаться во

взвешенном состоянии (Булли, 2012). При этом в некоторых районах относительный объем жировой капли его икры может достигать более 20 %. Диаметр жировой капли в такой икре часто превышает 500 мкм.

Икра кефалей оплодотворяется в широком диапазоне солености: в 15-35 ‰ – лобана, в 10-40 ‰ – сингиля, в еще более широком диапазоне солености: от 3-5 до 45 ‰ способна оплодотворяться икра пиленгаса (Булли, 1994).

В связи с осолонением Азовского моря до 13-14 ‰, которое наблюдается в последние годы, нерест пиленгаса отмечается даже в самых опресненных некогда районах: Таганрогском, Бейсугском заливах и др. Диаметр икры пиленгаса, нерестящегося в разных районах Азовского моря, варьирует в значительных пределах от 0,6 до 1,0 мм, жировой капли от 0,4 до 0,65 мм (Надолинский, 2008). Относительный объем жировой капли, рассчитанный по средним показателям, составляет 12,95-18,82 %, что свидетельствуют о тенденции увеличения жировой капли и ее относительного объема у рыб, нерестящихся в Азовском море. Увеличение относительного объема жировой капли до 19 % обеспечивает икре пиленгаса возможность сохранять положительную плавучесть в азовской воде. Однако при этом снижается диаметр икры, а, следовательно, и запасов энергетических и пластических веществ в яйце, что может отразиться на жизнеспособности личинок (Кожурин, и др., 2020а).

В мелководных азовских лиманах и заливах происходит быстрое прогревание. Уже в начале лета на нерестилищах отмечаются критические показатели температуры, вызывающие резорбцию ооцитов и нарушение завершающих процессов созревания яйцеклеток у пиленгаса. В результате нормальный нерест в лиманах Азовского моря может наблюдаться лишь у небольшого количества производителей пиленгаса – созревающих в более ранние сроки, а в самом Азовском море – только у рыб, продуцирующих мелкую икру, способную сохранять положительную плавучесть в азовской воде. Позднесозревающие рыбы, а также их потомство оказываются в неблагоприятных условиях из-за повышающейся температуры. Личинки характеризуются низкой жизнеспособностью в связи с повышенными энергетическими тратами во время

эмбрионального и раннего личиночного развития (на стадии предличинки), и вероятно, бактериальной обсемененностью в теплой азовской воде, что приводит к нарушениям процессов перехода на внешнее питание, заполнения плавательного пузыря, пищеварения. Кроме того, в теплой воде быстро расходуются запасы желточного мешка и жировой капли; такая ослабленная малоподвижная личинка характеризуется, как правило, низкой жизнеспособностью.

Изучалась реакция ранней молоди пиленгаса на изменение солености и температуры среды, положительное плавучести икры, эколого-биохимические особенности икры из разных мест обитания, выявлена положительная плавучесть икры от её размеров и её обводненности и отрицательная – от относительного объема жировой капли, адаптация личинок пиленгаса к пресной воде (Булли, Куликова, 2006; Булли, 1991).

Распределение и биология ранних стадий развития кефалей, натурализация самовоспроизводящейся популяция пиленгаса освещены в работах авторов (Казанский, Старушенко, 1984; Микодина, 1994; Семенов, 1991; Сабодаш, Семенов, 1995; Микодина 1994; Яковский, Изергин, 1995; Starushenko, Kazansky, 1996; Зайцев, Старушенко, 1997; Чесалина, 1997; Чесалина и др., 2001; Пряхин, 2001; Корниенко и др., 2021).

Этапы оогенеза и их роль в регуляции температуры и солености, адаптивные особенности репродуктивной системы пиленгаса, обусловили эффективное воспроизводство в новых условиях. В 1995 году пик нереста пиленгаса наблюдался в середине мая, через Керченский пролив подготовленные к нересту рыбы мигрируют с конца мая до середины июня (Булли, 1991; Макухина, 1991; Куликова, 1992; Куликова и др., 1993; 1998; Моисеева, 1994; Булли, Куликова, 1997).

К началу 90-х годов численность вселенца достигла величины, позволяющей вести его промежуточный лов и этот вопрос довольно широко исследовался (Яновский и др., 1994а; Яновский, Изергин, 1995; Пряхин, 2001;

Казанский, Старушенко, 1980; Семенов, 1991; Микодина, 1994; Чесалина, 1997; Пряхин, 2001).

Природная молодь длиной 20-30 мм (возраст 1,0-1,5 мес.) в массе мигрирует на зимовку в устьях рек, в сбросные каналы систем орошения (Рыжников и др., 1994).

Отмечен нерест пиленгаса в районе Севастополя при солёности 17,6-18 ‰. Диаметр ооцитов 870-970 мкм, жировая капля 420-450 мкм (Чесалина, 1997).

Информация о состоявшейся натурализации пиленгаса и возможности его промышленного освоения освещается во множестве источников (Казанский, Старушенко, 1980; Семенов, 1991; Сабодаш, Семенов, 1995; Яновский, Изергин, 1995; Starushenko, Kazansky, 1996; Зайцев, Старушенко, 1997).

Численность вселенца достигла величины, позволяющей вести его промышленный лов (Яновский и др., 1995, 1998; Пряхин, 2001).

4.2. Размерно-массовый, возрастной и половой состав пиленгаса

Экологическая пластичность и богатая кормовая база относительно быстро обусловили переход пиленгаса в разряд промысловых рыб. Впервые он появился в уловах России и Украины в 90-х годах, в течение следующих 10 лет улов пиленгаса, как Россией, так и Украиной систематически возрастал. Серьезное падение уловов наблюдалось в 2000-х годах, однако оно быстро сменилось ростом и пробило новый максимум для обеих стран в 2006 г. В настоящее время пиленгас – один из самых высокочисленных видов среди кефалей Азово-Черноморского бассейна и важный объект промысла стран Причерноморья (Воловик и др., 1991; Булли, 1994). Нужно отметить, что суммарный вылов пиленгаса Украиной превышал российский более, чем в два раза; особенно чётко эта разница прослеживается в Азовском море (рисунок 4.1.). Относительно высокие уловы держались по 2009 г. Россией и 2011 г. Украиной, хотя и отмечалась тенденция к их снижению. Резко снизились уловы в 2012-2013 гг. Всего с 1992 по 2019 гг. Украиной было добыто 70720 т, а Россией 27943 т.

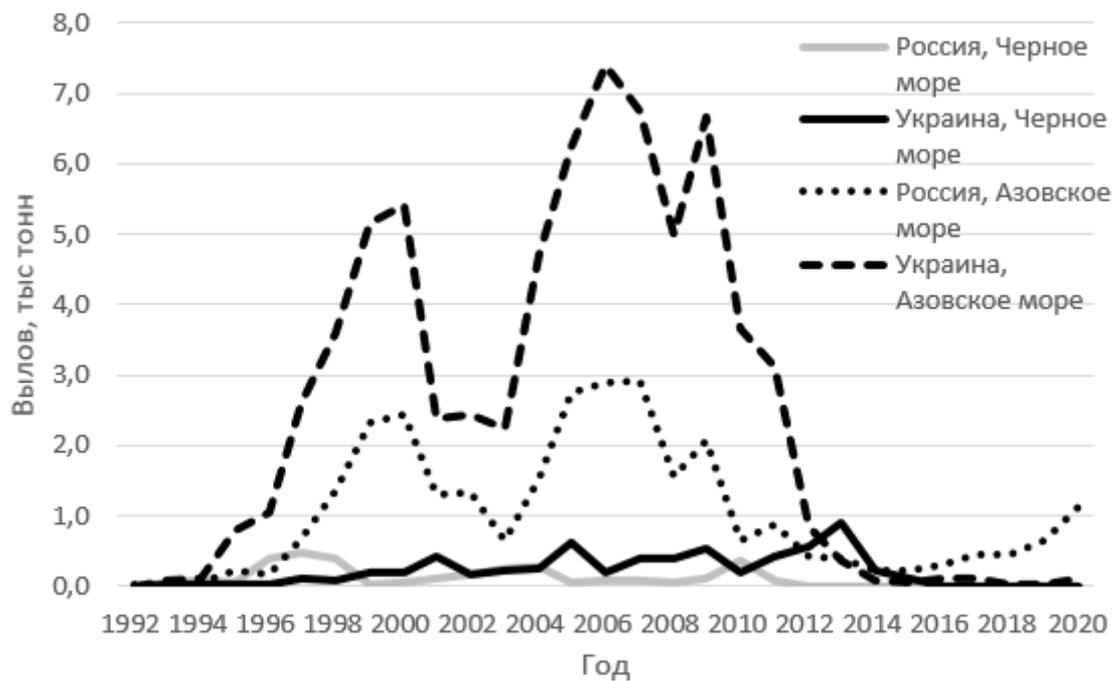


Рисунок 4.1 – Динамика вылова пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне

Большая часть всех выловов приходится на Азовское море. В целом суммарный вылов пиленгаса двумя странами составил около 100 тыс. т. Однако, учитывая нерегулируемый, неучтенный и незаконный промысел, подтверждаемый обилием этой рыбы на рынках в периоды запрета промысла, фактический вылов значительно превышал зарегистрированный.

Возраст исследованных в рамках диссертационной работы рыб измерялся от 1 до 10+ лет, однако в связи с особенностями отдельных орудий лова в уловах, а также малочисленности рыб определенного возраста, рыбы, начиная от 7, были объединены в одну группу. Преобладающими были возрастные группы от 2 до 5 лет. Очевидно, что рыбы групп 6 и старше улавливаются в неполной мере, а такие особи как 7 и старше встречаются в уловах крайне редко. Размерный состав пиленгаса в возрасте от 1 до 7+ также указывает на выраженное преобладание групп 2+, 3+, 4+ с усредненной длиной в 38, 42, 47 см соответственно. Максимальный зарегистрированный возраст 13 лет.

В последние годы наблюдается рост численности пиленгаса и, как следствие, увеличение его уловов (рисунок 4.1). В то же время основную часть

уловов составляют молодые особи. На рисунках 4.2, 4.3 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. (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

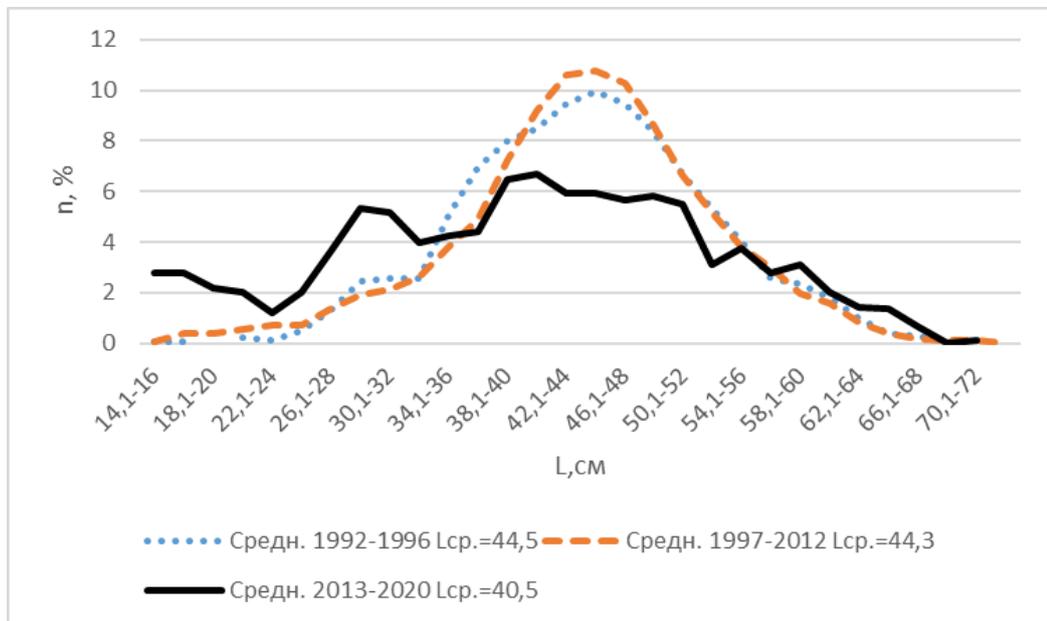


Рисунок 4.2 – Усредненный по периодам промысла среднегодовой размерный состав уловов пиленгаса в 1992-2020 гг., %

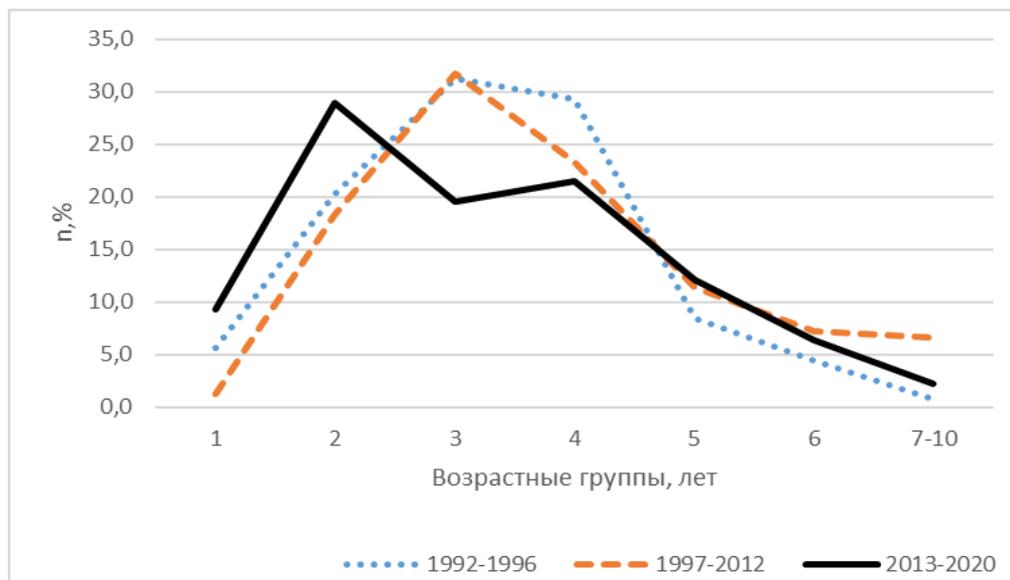


Рисунок 4.3 – Усредненный по периодам промысла среднегодовой возрастной состав уловов пиленгаса в 1992-2020 гг., %

В исследованиях Азово-Черноморского пиленгаса половая структура характеризуется преобладанием самок, иногда значительным, однако чаще наблюдается соотношение полов 1:1; при этом в младших возрастных группах преобладают самцы, в старших – самки.

4.3 Миграция и нерест

После экономических оценок последствий биологических инвазий, особенно гребневика-мнемиопсиса, свое пристальное внимание на проблемы вселения обратили внимание такие международные организации, как International Council for Exploration of the Sea (ICES), International Maritime Organization (IMO), International Oceanographic Commission (ICO) и др. (Дирипаско и др., 2011).

Одним из успешных объектов интродукции явился пиленгас (*Planiliza haematoheila* (Temminck et Schlegel, 1845), относящийся к отряду кефалеобразных – Mugiliformes, сем. Кефалевых – Mugilidae (Jarocki, 1822), роду *Planiliza* (Whitley, 1945) – ценная промысловая рыба Дальнего Востока, нативный ареал которой охватывает Японское море на север до Амурского залива, на юг – до Фузана, Жёлтого моря на юге до Тянь-Цзиня. Встречается также в реках, куда заходит летом и осенью (Промысловые рыбы России, 2006; Казанский, 1966; Froese, Pauly, 2021).

Пионером использования пиленгаса в качестве объекта акклиматизации был профессор Б.Н. Казанский, проведший опытные работы и подготовивший биологическое обоснование предлагаемой акклиматизации в 1965 г.; в 1966 г. была осуществлена перевозка пиленгаса на Каспий, после чего в 1971 г., была начата его акклиматизация в Черном море (Казанский, 1966, 1971; 1986), а затем и в Азовском. К этому времени здесь уже возникла необходимость пополнения ихтиофауны в связи с сокращением запасов основных ценных промысловых рыб бассейна (Изергин и др., 2013; Старушенко, 1977; Казанский и Старушенко, 1980; 1984; Казанский, 1989).

Для проведения акклиматизационных работ были предложены сеголетки (годовики).

Обитающий у Крымского побережья круглогодично пиленгас, осенью при понижении температуры до 5-8 °С прекращает нагул и, собираясь в косяки, мигрирует на места зимовки, залегая там в ямы глубиной 6-10 м, где образует массовые скопления. Перед залеганием на ямы может заходить в устья рек, опресненные участки заливов и бухт, лиманы, озера и другие водоемы с совершенно пресной водой. Акклиматизант показал способность переносить даже отрицательные температуры воды (-0,4 °С) (Старушенко, 1977), что было подтверждено в дальнейшем на практике выживанием разных возрастных групп пиленгаса в зимний период подо льдом Азовского моря; также не было обнаружено признаков угнетения при колебаниях температуры в 16-28 °С и высокой солёности в проливе (Кожурин, 2020а).

Более высокий темп роста в новых условиях обусловил более раннее, чем в нативном ареале, созревание пиленгаса; самки созревали в четырехлетнем возрасте, самцы в трехлетнем. Четырехлетние самки имели массу гонад в 4-й стадии зрелости 100 г и плодовитость около 1 млн икринок (Чесалина, Чесалин, 2001). Отдельные отнерестившиеся самки потомства не имели, что было обусловлено небольшой соленостью воды водоема вселения, вызвавшей залегание икры пиленгаса на дно и последующую её гибель от дефицита кислорода (Bulli, Kulikova, 2006). Эксперименты на базе ЮгНИРО в пос. Заветное также показали, что икринки пиленгаса в воде с недостаточной соленостью, не получая дальнейшего развития, гибнут; крайне редко появляются уродцы. Оптимальной для развития икринок является соленость воды 17-18 ‰; при 12-13 ‰ икринки погибают. Редкое исключение составляют мелкие икринки, сохраняющие плавучесть (Булли, 1994). Следует отметить, что нахождение икры пиленгаса в уловах икорных сетей по всему Азовскому морю и даже Таганрогскому заливу ещё не свидетельствует об обширной площади, пригодной для его размножения. Нерест может произойти и в распресненных участках акватории, но кто видел здесь завершение метаморфоза? Если бы выметываемая

икра прошла дальнейшее нормальное развитие, то при существующей кормовой базе в итоге должна многократно возрасти численность пиленгаса. Что же мы наблюдаем в действительности? Резкое падение уловов пиленгаса в Азовском море, начавшееся в 2010 г., нельзя отнести на счет снижения интенсивности промысла или браконьерского лова, который, к сожалению, имеет место. Между тем, хорошо известно, что лучшие нерестилища находятся на осолоненных акваториях. В Азовском море это – Молочный лиман, где пиленгас не только нерестится, но и получает дальнейшее развитие – в море выходят мальки, молодь, находящие для себя приемлемые условия. Необходимо иметь в виду, что частые штормовые ветры в Азовском море приводят к заиливанию гирла лиманов, особенно Молочного, что уменьшает возможность захода туда нерестовых скоплений

В промысловых уловах пиленгас встречается в возрасте 2-10 лет, его нерестовый (промысловый) запас формируют рыбы преимущественно в возрасте 3-6 лет. Отмечается более раннее созревание азовского пиленгаса – самки становятся половозрелыми в трех-, четырехлетнем, самцы в двух-трехлетнем возрасте. Нерест наблюдается с мая по июнь-июль. Абсолютная плодовитость составляет от 500 тыс. шт. до 4 млн шт. икринок. Во всех этих водоемах темп роста пиленгаса в 2-3 раза выше, чем в нативном ареале.

Ретроспективный анализ показал, что средний балл самок в 1996-2000 гг. был значительно выше, чем самцов (таблица 4.1).

Таблица 4.1. Средняя стадия зрелости гонад пиленгаса в конце марта – начале апреля в траловых уловах в Азовском море в период 1996-2000 гг., баллы

Год	Самцы	Самки	Оба пола
1996	2,40	2,88	2,62
1997	2,57	3,08	2,82
1998	2,88	3,12	3,00
1999	2,95	3,18	3,08
2000	2,68	2,96	2,71

При определении эффективности нереста пиленгаса в Азовском море в 2005 г. самки с V стадией созревания половых продуктов (текучие) отмечены в Обиточном заливе. Показатели температуры воды в период наблюдений (2-3 декада июня) были в пределах 21,0-22,7 °С. Резорбция половых продуктов отмечалась у 5 % проанализированных взрослых самок (в 2004 г. – 5 %, в 2003 г. – 7 %).

Икра пиленгаса обнаружена сетью Бонго в июне в районе Керченского пролива.

Мягкие зимы, наблюдающиеся в последние годы, сказываются на репродуктивном потенциале популяции пиленгаса, зимующей в Азовском море.

Из полученных данных следует, что рост ооцитов в гонадах рыб наблюдался в течение всего зимнего периода, как в 2017-2018 гг., 2018-2019 гг., так и в 2019-2020 гг. К концу зимовки увеличивалась гетерогенность производителей пиленгаса по степени зрелости гонад и упитанности производителей. У части рыб отмечались III и даже III-IV стадии зрелости. Диаметры ооцитов достигали 450-500 мкм.

Средние диаметры ооцитов в гонадах разных рыб значительно варьировали, и вариабельность сохранялась в течение всей зимовки и периода преднерестового нагула. В ноябре и декабре у рыб отмечалась II и II-III стадии зрелости гонад, в феврале – II-III и III, в мае – III, III-IV и IV. В гонадах присутствовали ооциты разных размеров: протоплазматического роста (прозрачные клетки размером до 120 мкм) и более крупные ооциты генерации текущего года, характеризовавшиеся разной степенью заполнения желтком. Среди них различались клетки трофоплазматического роста диаметром 125-300 мкм (начала отложения трофических веществ и клетки с закрытым ядром) и желтковые ооциты диаметром 300-550 мкм.

В связи с мелководностью азовских лиманов и заливов происходит достаточно быстрое их прогревание. В начале лета отмечаются критические показатели температуры, вызывающие резорбцию ооцитов и нарушение завершающих процессов созревания яйцеклеток у пиленгаса. Нормальный нерест

в лиманах Азовского моря может наблюдаться лишь у небольшого количества производителей пиленгаса, созревающих в более ранние сроки, а в самом Азовском море – только у рыб, продуцирующих мелкую икру, способную сохранить положительную плавучесть в азовской воде. Позднесозревающие рыбы оказываются в неблагоприятных условиях из-за повышающейся температуры. Личинки характеризуются низкой жизнеспособностью из-за повышенных энергетических трат во время эмбрионального и раннего личиночного развития и, вероятно, бактериальной обсемененностью в теплой азовской воде, что затрудняет процесс перехода на внешнее питание, заполнение плавательного пузыря, пищеварения. Кроме того, в теплой воде быстро расходуются запасы желточного мешка и жировой капли; такая ослабленная малоподвижная личинка характеризуется, как правило, низкой жизнеспособностью.

Эффективный нерест пиленгаса непосредственно в Азовском море может происходить при температуре на выше 24 °С. У рыб, созревающих при более высокой температуре, также отмечаются нарушения оогенеза и процесса овуляции половых клеток.

При снижении температуры воды в Керченском проливе до 9-12 °С; нерестовый ход прекращается; у рыб, попавших в зону низких температур из-за резкого их снижения отмечается резорбция половых клеток, а эмбрионы и личинки впадают в анабиоз.

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 личинок происходит ускоренное расходование питательных веществ, что влияет на жизнеспособность и устойчивость к бактериальной флоре и условиям среды.

Для пиленгаса свойственна определенная дифференциация по размерно-возрастным группам. Сеголетки и часть мелких двухлеток заходят на зимовку в пресные водотоки; большая часть двух-трехлеток держится в прибрежье и

отдельных лиманах, основная часть крупной рыбы распределяется преимущественно в открытых районах моря.

По мере линейно-массового роста производителей, плодовитость пиленгаса возрастает; близкие по размерам особи могут отличаться в 2-3 раза.

У разных особей пиленгаса икра отличается по размерам и по массе. Колебания массы одной икринки варьируют в пределах 0,094-0,273 мкг при среднем показателе ($164,3 \pm 16$) мкг. Цвет зрелых гонад самок может быть от бледно желтого до почти оранжевого, но каких – либо отклонений в развитии не обнаружено.

Сроки нереста и разреженность хода производителей пиленгаса во многом объясняются растянутостью их созревания. Гонадо-соматический индекс самок (ГИС) в период нерестовой миграции изменяется от 5 до 22 %, составляя в среднем ($14,0 \pm 0,6$) %. Близкие значения ГСИ, ($14,7 \pm 0,7$) % у созревающих и ($26,9 \pm 1,5$) % у «текучих» самок, для района Керченского пролива отмечаются и другими исследователями (Куликова и др., 1996). В зимний период ГСИ самок с гонадами на II стадии зрелости варьирует от 0,45 до 0,87 % и от 0,79 до 5,3 % у рыб с третьей стадией зрелости. Величина ГСИ самцов в зимний период колеблется от 0,1 до 3,3 %. К началу апреля, когда, по нашим данным, более половины самцов уже имеют III стадию зрелости гонад, ГСИ в среднем составляет ($6,3 \pm 0,49$) %.

В ходе исследований установлено, что по мере роста ооцитов, увеличивается содержание белка с 8-13 % (II стадия зрелости) до 16,9-20 % (III и IV стадии зрелости), содержание влаги при этом снижается с 92-94 % до 49-56 %.

Выявлено, что в осенний и зимний периоды 2018-2019 гг. ооциты в гонадах пиленгаса были в среднем крупнее, чем в 2017-2018 гг. Вероятно, это связано с различным теплонакоплением во время нагула и зимовки. В июле и октябре 2018 г в Азовском море температура была несколько выше, что обеспечило более благоприятные условия предзимовального нагула рыб. В зимний период, в течение самых холодных месяцев – с декабря по март, теплонакопление в 2018 г.

составило 650 градусодней, в 2019 г. – 496, в 2020 г. – 575. Вероятно, это способствовало снижению энергозатрат у рыб в 2019 г.

При температуре ниже 8 °С пиленгас прекращает питаться, процессы жизнедеятельности в этот период обеспечиваются за счет запасов питательных веществ в организме, скорость расходования которых зависит от температуры. При более низких температурах процессы обмена в организме рыб замедляются и питательные вещества, в частности, запасные липиды, расходуются медленнее (более экономно), что положительно сказывается на росте ооцитов в преднерестовый период. Это подтверждается результатами анализа биологических показателей исследованных рыб: в 2019 г. в конце зимовки у них отмечались более высокие показатели печеночного индекса – ПСИ (на 30 %) и гонадосоматического индекса – ГСИ (на 20%), чем в предыдущий сезон.

Таким образом, состояние репродуктивной системы пиленгаса азовской популяции характеризуется значительной гетерогенностью и зависит от температурных условий в Азовском море в течение посленерестового периода и условий зимовки.

Разнокачественность производителей пиленгаса по состоянию репродуктивной системы, вероятно, является основной причиной формирования в Азовском море раннесозревающих и позднеосозревающих групп.

При отсутствии низких температур (ниже 4 °С) во время зимовки у рыб увеличиваются энергетические траты, что еще больше повышает гетерогенность физиологического состояния производителей в преднерестовый период.

В результате в Азовском море формируются группы рыб (раннесозревающие и позднеосозревающие), нерест которых может проходить в разных экологических условиях и характеризоваться разной эффективностью (Кожурин и др., 2020а).

Изучаемая популяция пиленгаса зимует в Азовском море. Гонады в зависимости от температурных условий осенью и в зимний период находятся на II, II-III или III стадиях зрелости. Весной при повышении температуры до 6-8 °С рыба начинает питаться, и развитие половых клеток заметно ускоряется

(Куликова и др., 1996). Самки с гонадами, достигшими IV стадии зрелости, мигрируют к местам нереста. Нерест пиленгаса азовской популяции отмечается в солоноводных лиманах, заливах и других районах бассейна Азовского моря.

Например, наступивший после холодной зимы, весной 2002 г., ход производителей пиленгаса в Молочный лиман наблюдается уже в начале мая. Температура лиманной воды в гирле, соединявшем лиман с морем, колебалась в пределах 16-18 °С, солёность – 20-22 ‰, температура морской воды в прибрежье Азовского моря в этом районе не превышала 15-16 °С при солёности 10 ‰. Средний диаметр ооцитов у рыб, заходивших в лиман, изменялся в пределах 487-620 мкм (таблица 4.2).

Таблица 4.2. Размеры ооцитов самок пиленгаса в начале нерестового хода в Молочный лиман в 2002 г.

Дата	Температура в Азовском море, °С	Диаметр ооцита, мкм
2.05	17	524,35±11,45
4.05	17	515,54±10,29
		487,5±13,8
		602,2±11,15
		600,74±11,36
		505,0±18,65
		620,19±3,6
5.05	16,5	552,5±9,13

При выходе пиленгаса из Молочного лимана (Яновский, Изергин, 1998), высокоурожайное поколение появилось в 1989 г.; молодь наблюдали вдоль всего побережья Азовского моря, а осенью, после похолодания, массовые скопления активно питающихся сеголетков отмечали у берегов Керченского пролива и в реках в черте г. Керчь (р. Мелек-Чесме).

Самовоспроизводящиеся популяции пиленгаса достигли промысловой численности, и в 1993 году был разрешен их лов (Балыкин, Старцев, 2017). Численность популяции постепенно увеличивалась, в 2005 г. запас пиленгаса в Азовском море составлял около 62 тыс. (Беседин, Реков, 2003). Однако с 2009 г.

его промысловый запас стал постепенно уменьшаться и к 2015 г. составил 2,6 тыс. т (по оценкам специалистов АзНИИРХ).

В настоящий период азовская популяция пиленгаса переживает резкое снижение численности.

Интенсивность и начало нерестового хода пиленгаса через Керченский пролив зависят от степени прогревания Азовского моря и пролива. Повышение температуры поверхностных слоев с 12 до 15 °С (таблица 4.3) и вынос из пролива в Азовское море водных масс более высокой солёности имеют сигнальное значение для начала миграции.

Продолжительность и начало нерестовых миграций пиленгаса существенно варьируют в разные годы и зависят от интенсивности прогревания Азовского моря и Керченского пролива. Интенсивность прогрева этих водоемов зависит от климатических условий в зимний период (Лаврова и др., 2017).

Таблица 4.3 – Даты повышения температуры до 15 °С в прибрежных районах Азовского моря и Керченского пролива

Годы	Районы исследования			Характеристика зимнего периода
	пгт Кирилловка	с. Мысовое	Керченский пролив (первые уловы пиленгаса)	
2009	18.05	18.05	18.05	мягкая зима
2010	20.05	20.05	20.05	умеренная
2011	22.05	22.05	22.05	умеренная
2012	05.05	05.05	05.05	холодная
2013	03.05	03.05	03.05	холодная
2014	11.05	13.05	13.05	умеренная
2015	14.05	14.05	14.05	мягкая
2016	10.05	10.05	10.05	мягкая
2017	19.05	26.05	24.05	мягкая
2018	05.05	06.05	10.05	мягкая
2019	11.05	12.05	16.05	мягкая

После прогревания воды пиленгас также начинает заходить в соленые лиманы Северного Приазовья. Завершающие процессы созревания ооцитов и овуляция зрелых яиц происходят в довольно узком интервале температур – 16-23 °С.

В 2003 г. после таяния льда в Азовском море благоприятные условия для созревания гонад и нереста пиленгаса в лиманах Северного Приазовья сложились в начале мая. Достаточно быстро прогревались и воды Керченского пролива (рис. 4.4); уже в середине мая здесь появились производители пиленгаса. Однако, как видно на рисунке, стонные явления, возникшие в Чёрном море в июне, заметно отражались на динамике температуры в Керченском проливе. При снижении температуры до 12-13 °С нерестовый ход производителей прерывался и возобновлялся только при повышении температуры до 15 °С.

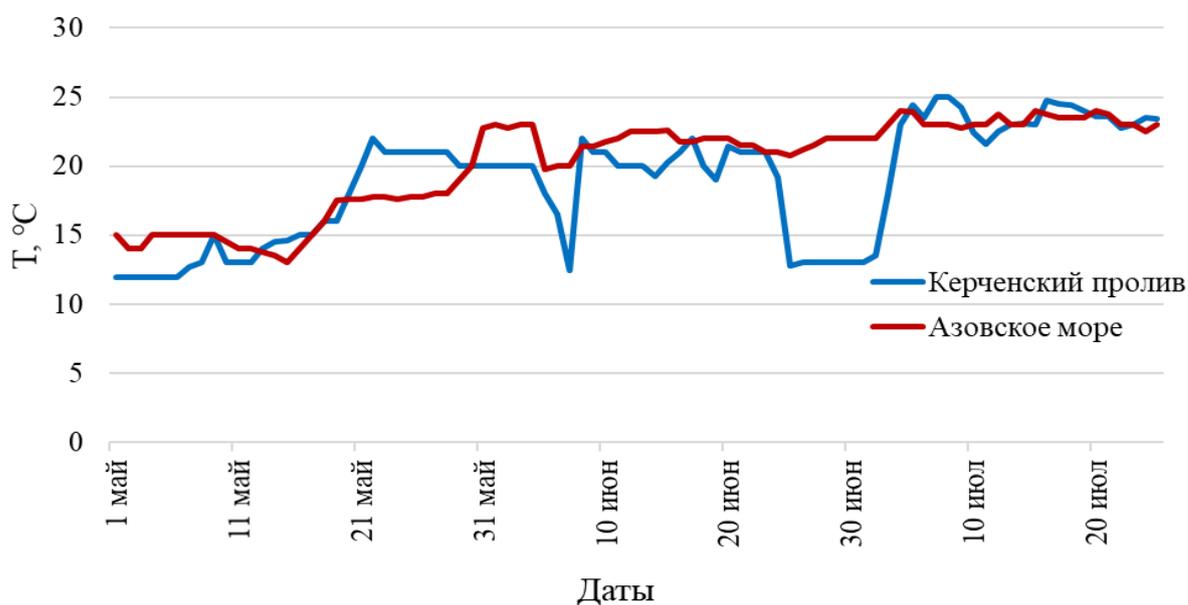


Рисунок 4.4 – Температура в Азовском море и Керченском проливе в 2003 г.

Мягкие зимы с ранней и затяжной весной отмечались в 2004 и 2005 гг. Ход пиленгаса в Молочный лиман на нерест наблюдался только с середины мая. В течение июня температура воды в Азовском море в эти годы не превышала 23 °С (рисунок 4.5., 4.6.) и была благоприятной для созревания половых клеток пиленгаса до конца июля.

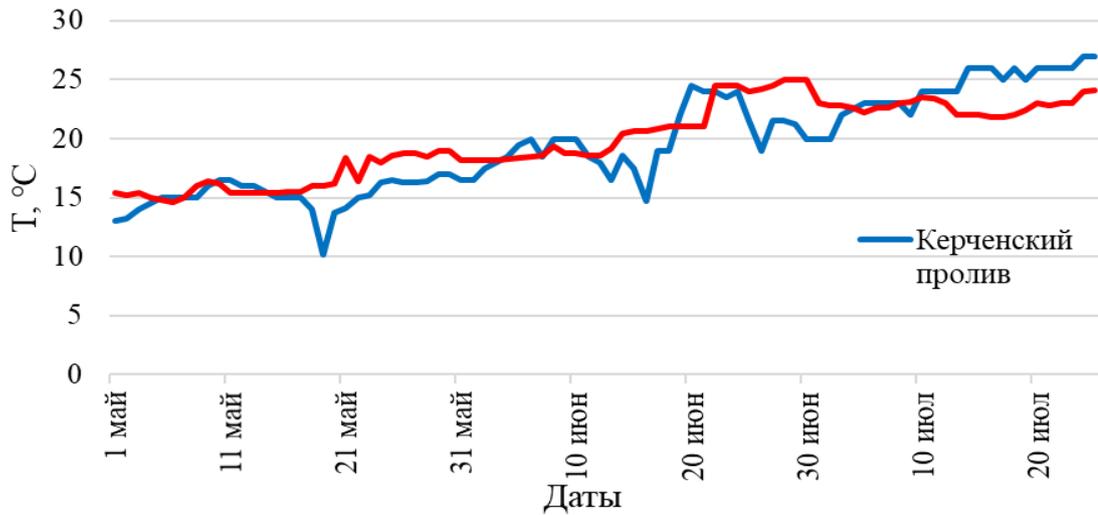


Рисунок 4.5 – Температура в Азовском море и Керченском проливе в 2004 г. во время нереста пиленгаса

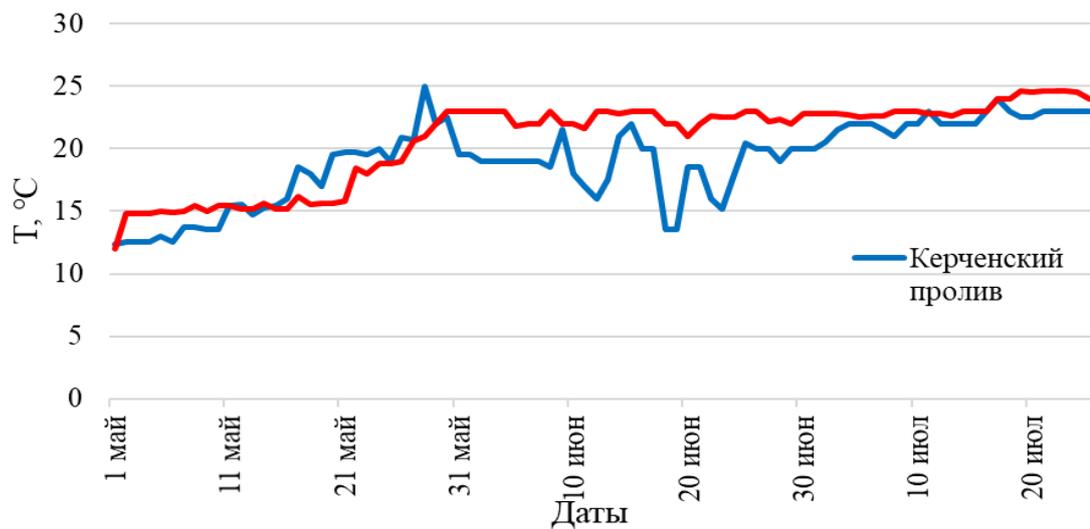


Рисунок 4.6 – Температура в Азовском море и Керченском проливе в 2005 г. во время нереста пиленгаса

Сгонные явления в Чёрном море в мае и июне также оказывают влияние на тепловой фон Керченского пролива и Азовского моря (рис. 4.4 – 4.7), динамику нерестового хода пиленгаса и длительность нереста.

В 2006 г. отмечалась одна из самых суровых и продолжительных зим в Азово-Черноморском бассейне за последние два десятилетия (Лаврова и др., 2017), но весной Азовское море и Керченский пролив прогревались достаточно

интенсивно (рисунок 4.7). Первые косяки пиленгаса появились в проливе 13-15 мая, когда температура в прибрежье обоих водоемов превысила 12 °С. Однако, как видно на рисунке, сгонные процессы в Чёрном море оказали влияние на термический режим не только Керченского пролива, но и Азовского моря, где температура воды в течение всего июня не достигала 24 °С. Следовательно, благоприятные условия для созревания производителей сохранялись в течение всего нерестового периода пиленгаса.

В 2011-2012 и 2012-2013 гг. наблюдались лишь две относительно холодные зимы. Соответственно, нерест 2012 и 2013 гг. проходил в сравнительно благоприятных условиях. Производители мигрировали в азовские лиманы и заливы в первой декаде мая. После устойчивого повышения температуры до 24 °С (таблица 4.9) часть азовской популяции пиленгаса, нерестящаяся в более поздние сроки, по мере созревания выходила на нерест в предпроливье Чёрного моря; нерестовый ход продолжался до середины июня.

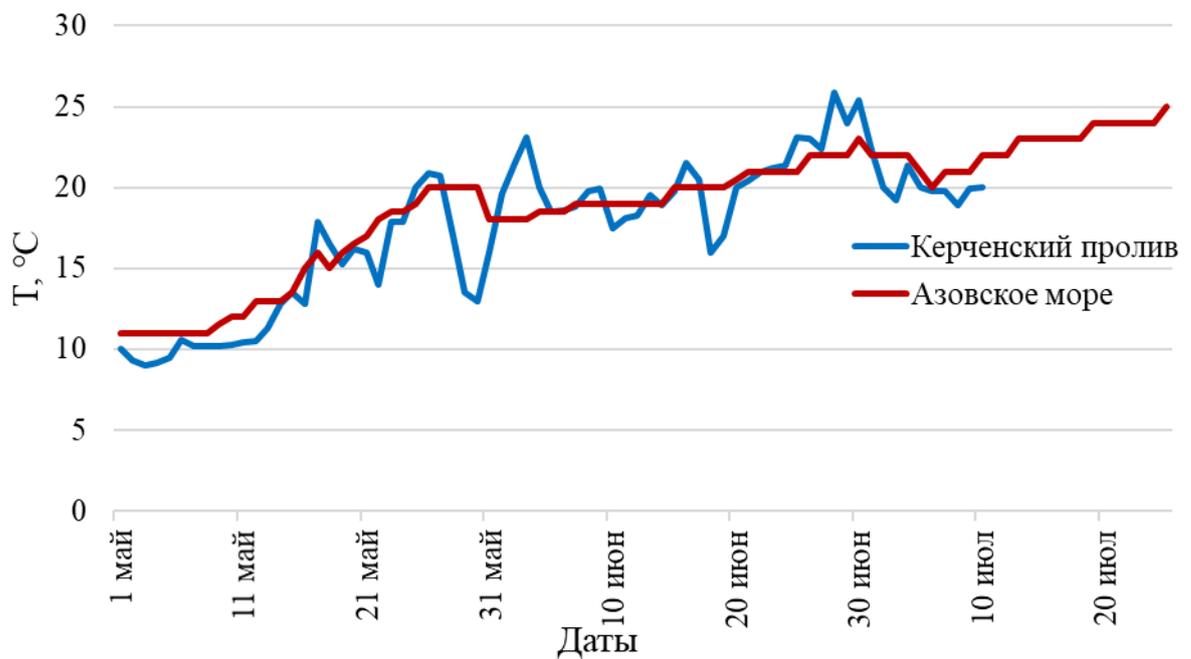


Рисунок 4.7 – Температура в Азовском море и Керченском проливе в 2006 г.

Таблица 4.4 – Даты устойчивого повышения температуры до 24 °С в Азовском море

Годы	Районы исследования		
	с. Мысовое	пгт Кирилловка	Таганрогский залив
2009	25.06	25.06	11.06
2010	13.06	13.06	12.06
2011	17.06	17.06	19.06
2012	13.06	12.06	12.06
2013	19.06	19.06	18.06
2014	05.07	04.07	12.07
2015	16.06	16.06	11.06
2016	21.06	19.06	20.06
2017	28.06	28.06	28.06
2018	26.06	22.06	17.06
2019	07.06	07.06	30.05

После мягких зим часто наступает ранняя, холодная и затяжная весна (Лаврова и др., 2017). В мае и июне температура Азовского моря повышается медленно и часто вплоть до конца июня – начала июля не достигает 24 °С. Мелководные лиманы прогреваются до 24 °С достаточно быстро, что приводит к нарушениям созревания ооцитов и развития эмбрионов и ранних личинок. Соответственно, эффективность нереста снижена.

Завершение созревания ооцитов и овуляция качественной зрелой икры происходят в диапазоне 15-23 °С. При температуре выше 24 °С созревание самок часто заканчивается тотальной резорбцией половых клеток, а предличинки на этапах вылупления и перехода на внешнее питание оказываются ослабленными из-за интенсивного расходования питательных веществ яйца (Булли, 2004).

Икра пиленгаса, нерестящегося в разных районах Азовского моря, характеризуется значительной вариабельностью диаметров икринки (0,6-1,0 мм) и жировой капли (0,4-0,65 мм). Относительный объем жировой капли, рассчитанный по средним показателям, составляет 12,95-18,82 % (Надолинский, 2008).

Мелководные азовские лиманы и заливы прогреваются достаточно быстро (рисунок 4.8). Критические показатели температуры, вызывающие резорбцию

ооцитов и нарушение завершающих процессов созревания яйцеклеток у пиленгаса, могут наблюдаться уже в начале лета. Нормальный нерест в лиманах Азовского моря отмечается у производителей пиленгаса, созревающих в более ранние сроки, а в самом Азовском море – только у рыб, продуцирующих мелкую икру, способную сохранять положительную плавучесть в азовской воде. Позднесозревающие рыбы и их потомство оказываются в неблагоприятных условиях из-за повышающейся температуры. В теплой воде быстро расходуются запасы желточного мешка и жировой капли: такая ослабленная малоподвижная личинка характеризуется, как правило, низкой жизнеспособностью (Кожурин и др., 2020а).

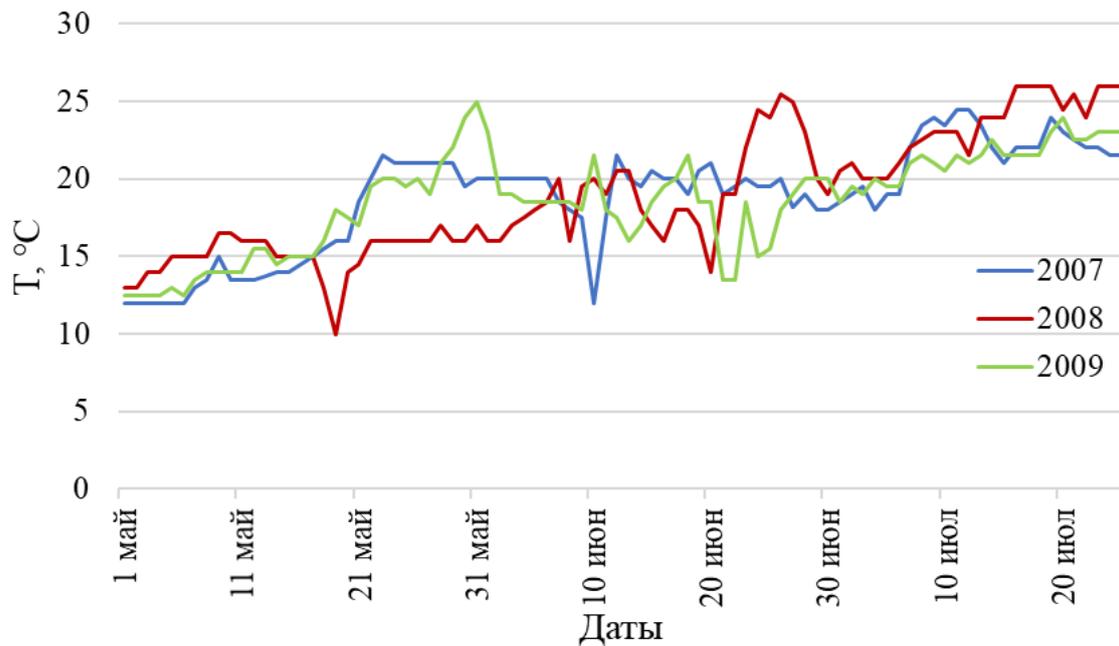


Рисунок 4.8 – Динамика температуры в Керченском проливе с 1 мая по 25 июля в 2007, 2008, 2009 гг.

Дегенеративные изменения в созревающих ооцитах пиленгаса и нарушения на завершающих фазах их созревания, наступают также при повышении температуры до 24 °C и выше. Однако у таких рыб при попадании их в нерестовые условия возможен повторный нерест. После гормонального инъецирования созревания рыб, находившихся в подобном состоянии,

полученные овулировавшая икра и личинки характеризовались хорошим качеством.

После теплых зим 2014-2018 гг. также отмечались холодные весенние месяцы и отсутствие массового нерестового хода пиленгаса в Керченском проливе. В Азовском же море в эти годы нерестовые условия наблюдались в течение всего июня (таблица 4.4, рисунок 4.9). Лишь в июне 2019 г., несмотря на теплую зиму, температура воды в прибрежной зоне практически во всех районах Азовского моря стала интенсивно повышаться и уже 7 июня достигла 24 °С, что и обусловило начало мощного нерестового хода рыбы в Керченском проливе.

Нерестовая миграция пиленгаса через Керченский пролив подтверждает стремление рыб на нерест в районы с более высокой соленостью и проходит с конца апреля до конца июня с максимумом в третьей декаде мая первой половины июня. Интенсификация хода на нерест азовской популяции в Чёрное море происходит при повышении температуры воды с 9-10 °С до 13-15 °С.

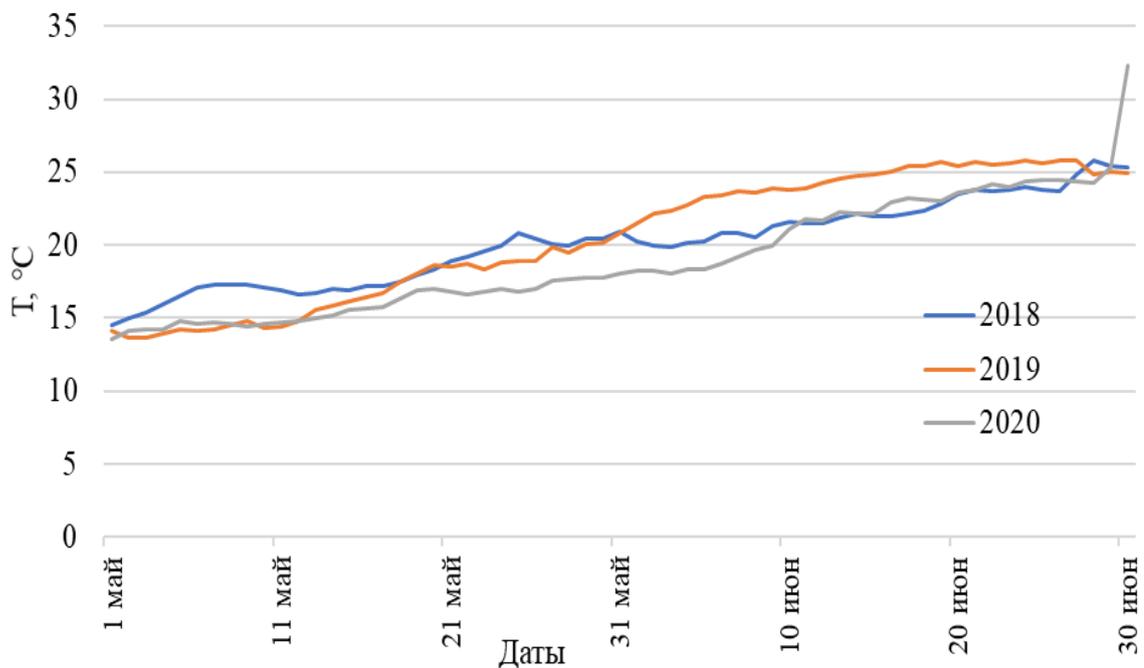


Рисунок 4.9 – Динамика температуры в Азовском море в 2018–2020 гг.

В период нерестовой миграции в уловах преобладают крупные, длиной более 45 см, самки, и самцы, длиной более 40 см; обычно мигрируют только половозрелые особи. Во второй половине июня – начале июля наблюдается миграция отнерестившихся особей в Азовское море. Икрометание порционное. За нерестящимися одной-двумя самками следует несколько самцов, поочередно осеменяющих выметываемую икру. В Азовском море пиленгас нашел более подходящие условия для размножения, чем в нативном ареале: средняя плодовитость дальневосточных особей 1672 икринки, у азовских – 2413; в зависимости от размеров рыбы плодовитость самок массой 0,9 кг составляет 550 тыс. икринок, абсолютная плодовитость до 4 млн икринок (Дирипаско и др., 2011).

4.4 Питание и пищевые взаимоотношения пиленгаса

Ключевыми факторами быстрой адаптации и развития дальневосточного пиленгаса после его вселения в Азовское море, считалось благоприятное дно, покрытое мягкими илистыми осадками, на поверхности которых в достаточной степени развивается микробентос, наличие большого количества детрита в этих водоемах, а также недоиспользование кормовой базы аборигенными кефалевыми (Карпевич, 1975).

Являясь типичным мелиоратором на ранних стадиях пиленгас способствует утилизации органического вещества. Недельные личинки наряду с желтковым питанием начинают использовать в качестве пищи микрозоопланктон, затем личинки переходят к экзогенному питанию инфузориями, науплиальными стадиями копепод и личинками моллюсков. Размер потребляемых в это время организмов находится в диапазоне 30-150 мкм. По мере роста личинок в составе пищи отмечается все больше взрослых особей коловраток, копепод и науплий артемий. В возрасте 16-17 суток к компонентам питания личинок добавляются копеподы (*Copepoda*) и детрит. На втором месяце жизни мальки устойчиво переходят к донному питанию и перестают составлять конкуренцию

планктофагам и молоди рыб в потреблении зоопланктона. Взрослые особи питаются мелкими организмами, обитающими в придонном слое, на грунте и в грунте, диатомовыми водорослями, и детритом (Пряхин, 2011b). По мере изменений спектра питания увеличивалась жирность пиленгаса, отмечались и более ранние сроки созревания. Двух-трехлетки в Азовском море достигали массы, аналогичной пяти-шестилеткам из нативных водоемов.

Пиленгас предпочитает участки дна с большим количеством мягкого ила, оставляя за собой особенность собирать остатки организмов. Иловые отложения начинают формироваться на глубине более 5 м и занимают в Азовском море около 93 % дна. Для нагула пиленгас может использовать практически всю акваторию водоема; в желудках рыб можно обнаружить огромное видовое разнообразие организмов, обитающих на разных участках водоемов в разных биоценозах. По способу добычи пищи, её видовому разнообразию и использованию, пиленгаса можно сравнить с азово-черноморскими кефальями.

С 1996 по 2000 гг. пиленгас, обитающий в Азовском море, имел широкий спектр питания. В желудках пиленгаса было обнаружено 22 различных компонента пищи, в том числе: мелкие двустворчатые моллюски *Bivalvia* (*Abra segmentum*, Recluz, 1843; *Cerastoderma glaucum*, Bruguiere, 1789; *Mya arenaria*, Linnaeus, 1758; и др.), брюхоногие моллюски *Gastropoda* (*Hydrobia*, W. Hartmann, 1812 и *Ecrobia ventrosa*, Montagu, 1803; и др.), ракообразные *Ostracoda*, полихеты *Polychaeta* (многощетинковые черви *Nereis*, Linnaeus, 1758), мелкие простейшие *Foraminifera* (d'Orbigny, 1826), копеподы *Copepoda* (*Harpacticoida*, Sars G.O., 1903). В этом промежутке состав компонентов питания в различных районах и в разные периоды нагула неоднороден. Так, в 1996 г. спектр питания пиленгаса складывался из 14 и 13 компонентов, в 1997 г. – из 15 и 19, в 1998 г. – из 8 и 12, в 1999 г. – 19 и 18, а в 2000 г. – из 13 и 14, для собственно Азовского моря и Керченского пролива соответственно.

В прибрежье состав пищевого комка на 65-80 % составляют детрит, в равном количестве ракообразные и простейшие, в центральной части моря многощетинковые черви, ракообразные и моллюски. Доля моллюсков

(преимущественно Hydrobia) в пищевом комке рыб в юго-восточной части Азовского моря достигает 50 %, ракообразных (Ostracoda) 15-30 %.

В течение всех лет (1996-2000 гг.) и сезонов исследований диапазон варьирования коэффициента упитанности пиленгаса (по Фултону) изменялся мало (от 1,40 до 1,55), что также свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии этой рыбы в Азовском море. Качественный состав пищи пиленгаса по сезонам изменялся незначительно. Однако существенно изменялась интенсивность питания (Чечун, 2002; 2003).

Для количественной оценки питания пиленгаса пищевые компоненты часто объединяют в несколько групп (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Характер питания пиленгаса в западной части Азовского моря в августе 2000 г. (в индексах наполнения желудка)

Пищевые компоненты	ч.и.с. *, ‰	% по индексам
Моллюски двустворчатые	0,46	5,3
Моллюски брюхоногие	3,78	43,3
Foraminifera	2,64	30,2
Ostracoda	0,18	2,1
Черви	1,59	18,2
Органические остатки	0,08	0,9
Общий индекс	8,73	100

Примечание. * - частный индекс средний.

Общий индекс наполнения желудков равнялся 8,73 ‰. Среди компонентов пищевого комка наибольшее значение имели брюхоногие моллюски, достигавшие 43,3 % по индексам. Второе место по значимости в пищевом комке принадлежало Foraminifera (d'Orbigny, 1826), составлявших 30,2 %. Значительное место в питании занимали черви (18,2 %). В меньшей степени пиленгас использовал в пищу двустворчатых моллюсков (5,3 %) и Ostracoda (2,1 %). Органические остатки составляли только 0,9 % общего индекса.

С понижением температуры пищевая активность пиленгаса падает. Так, в Азовском море в ноябре 2004 г. средний индекс наполнения кишечника пиленгаса равнялся 14,8 ‰. Основу пищи составлял детрит. Максимальный индекс наполнения желудка достигал 182,1 ‰. Более 70 рыб не питались. Аналогичная ситуация была в январе: при исследовании 46 желудков пиленгаса из Азовского моря, большинство желудков оказались пустыми и только в двух присутствовали единичные микрофиты.

Весной 2005 г. интенсивность питания пиленгаса была высокой. Средний индекс наполнения желудочно-кишечного тракта пиленгаса равнялся 144,9 ‰. В пищевом комке преобладали детрит и гидробия. Максимальный индекс наполнения кишечника равнялся 512,0 ‰. В июле этого же года интенсивность питания пиленгаса оставалась высокой и была на уровне весенней. Средний индекс наполнения желудочно-кишечного тракта составлял 144,1 ‰. Основным компонентом в питании пиленгаса оставался детрит. Пищевой спектр расширился за счёт фораминифер, полихет и гидробиин. Максимальный индекс наполнения желудочно-кишечного тракта пиленгаса достигал 614,0 ‰. В августе основу пищевого комка составили ракушковые ракообразные (55,6 %). Значительную роль в питании занимали брюхоногие моллюски (15,6 %). По частоте встречаемости превалировали ракушковые ракообразные (100 %) и микрофиты 79 %. Веслоногие ракообразные, двустворчатые и брюхоногие моллюски, составили по 43 %. У пиленгаса из Азовского моря средний индекс наполнения желудков в августе был 51,7 ‰. Максимальный индекс наполнения желудочно-кишечного тракта у рыб, нагуливающих в апреле, достигал 524,1 ‰.

С мая по сентябрь в Керченском проливе основу корма составляли Crustacea – 98,4 %. Из них Copepoda выявлено от 98 % (май) до 28,1 % (сентябрь). В сентябре существенное количество составляли Ostracoda (24,6 %) и *Ciparis cirripedia* 24,6 %. Дополнительным кормом служили Bivalvia (Linnaeus, 1758) и молодёжь Gastropoda, преимущественно молодёжь 14 и 7 % соответственно. По частоте встречаемости первое место занимали веслоногие ракообразные (60 %),

микрофиты от 40 до 60 % и макрофиты от 40 до 70 %. В сентябре частота встречаемости двустворчатых моллюсков составила 60 %.

В Керченском проливе (2006 г.) пищевые комки пиленгаса состояли в основном из науплий и взрослых ракообразных. Их количество в июне-июле составляло от 53 % до 98,6 %. Больше всего было *Acartia (Acanthacartia) tonsa* (Dana, 1849) (от 51 % до 80 %). Также было существенное количество (до 33 %) велигеров и великонхов моллюсков. Большинство рыб (от 42 % до 70 %) потребляли ракообразных и двустворчатых моллюсков (до 33 % рыб), макрофитов (от 38 % до 77 %).

В Азовском море основу пищевых комков (от 39,2 % до 55,1 %) составляли науплии и взрослые пелагические остракоды, а также трохофоры и взрослые брюхоногие моллюски, в основном гидробия – до 53,7 %. Большинство рыб (50-74 %) потребляли ракообразных (веслоногих и ракушковых) и брюхоногих моллюсков (от 50 до 100 % рыб). В Керченском проливе дополнительным кормом служили брюхоногие моллюски и микроводоросли, а в Азовском море – двустворчатые моллюски и микроводоросли.

В пищевом комке пиленгаса с марта по май выявлено существенное количество фораминифер (до 89,8 %). Видимо, это обусловлено тем, что в Керченском проливе и Азовском море доступного подходящего корма в этот период не было; желудок пиленгаса попадали одни фораминиферы.

Установлено, что рыбы со стадией зрелости гонад от II до VI-II питались по разному. Одновременно встречались особи с высоким индексом наполнения желудка IV и V стадий зрелости и пустым желудком II и VI-II. В Керченском проливе средний максимальный индекс наполнения желудка наблюдался у пиленгаса в июле и сентябре – 14,4 ‰ и 18,5 ‰. У одного пиленгаса он достиг 60,7 ‰, а в Азовском море июле 61,6 ‰ - максимален 170 ‰.

В разные сезоны года особо выраженное значение в питании пиленгаса приобретает детрит. Преобладание детрита в желудочно-кишечном тракте пиленгаса отмечается, как правило, ранней весной или осенью. Пиленгас питается, практически, на протяжении всего вегетационного периода.

Интенсивность питания рыб имеет температурную зависимость. При низкой температуре воды интенсивность питания рыб заметно снижается; особенно это отмечается в осенний период. Чрезмерно высокая температура воды (выше +25 °С) оказывает негативное влияние на пищевую активность рыб; при температуре воды выше +28 °С пиленгас прекращает питаться.

Из 70 экземпляров проанализированных кишечников 52 были с пищей. Осенью 2006 года и весной 2007 года спектр питания был относительно широким и включал более десяти объектов (таблица 4.6).

Нагуливаясь в Азовском море, пиленгас питается мелкими формами бентоса, детритом, фитопланктоном и зоопланктоном. Основу питания пиленгаса составляет детрит. Огромную роль в питании пиленгаса играют такие пищевые компоненты как Foraminifera, Ostracoda, брюхоногие моллюски.

Жаркое лето 2007 г., которое сопровождалось штилевыми погодами и высокой температурой воды (до +29,0 °С) оказало негативное влияние на состояние популяции пиленгаса, что выразилось в снижении общей интенсивности питания рыб. Большая часть рыб не питалась (более 50 %), их желудочно-кишечный тракт пищу не содержал.

Таблица 4.6 – Питание пиленгаса в Азовском море осенью 2006 и весной 2007 гг.

Пищевые компоненты	Период исследований							
	октябрь-ноябрь 2006 г.				апрель 2007 г.			
	Отделы*							
	Ж	К	ж.к.т.	%	Ж	К	ж.к.т.	%
Брюхоногие моллюски	0	0,81	0,81	2,9	3,36	6,43	9,79	8,5
Двустворчатые моллюски	0,01	0,13	0,14	0,6	-	-	-	-
Фитопланктон	0,72	22,16	22,88	82,0	10,76	36,56	47,32	41,0
Ракушковые раки	0,01	1,32	1,33	4,8	3,99	8,25	12,24	10,6
Фораминиферы	0,01	1,35	1,36	4,9	6,52	23,24	29,76	25,8
Черви	0,01	0,24	0,25	0,9	0,03	0,05	0,08	0,1
Детрит	0,03	0,92	0,95	3,5	3,44	10,0	13,44	11,6
Прочие в т.ч. раки	0,07	0,03	0,10	0,4	1,57	1,15	2,72	2,4
Количество рыб с пищей	8				52			

Количество рыб без пищи	51				18			
Индекс наполнения, ‰	0,91	26,98	27,89	100	29,70	85,70	115,40	100

Примечание: *-Ж – желудок, К – кишечник, ж.к.т. – желудочно-кишечный тракт.

В исследуемый период 2006-2007 гг. условия нагула для пиленгаса можно считать благоприятными (таблица 4.7). В состав пищевого комка входили традиционные, высококалорийные беспозвоночные (многощетинковые черви, мелкие двухстворчатые и брюхоногие моллюски) и микроводоросли, потребление которых обеспечивает рост и хорошее физиологическое состояние популяции пиленгаса в Азовском море.

Таблица 4.7 – Характер питания пиленгаса в Азовском море в сезонном аспекте, %

Периоды	октябрь-ноябрь, 2006 г.	апрель, 2007 г.	июль, 2007 г.	август, 2007 г.
Желудок	0,91	29,70	10,0	10,4
Кишечник	26,98	85,70	165,90	119,8
Ж.к.т.	27,89	115,40	175,90	130,2
Рыба с пищей	8	52	47	46
Рыба без пищи	52	18	34	45

4.5 Паразитофауна

Пиленгас имеет важное значение в рационе питания человека. На текущий момент в пиленгасе всего в нативном ареале – бассейне западной части Тихого океана, а также в местах вселения – в Азовском и Чёрном морях по достоверным источникам известно 85 видов паразитов (1 вид микроспоридий, 6 видов миксоспоридий, 12 видов моногеней, 47 видов трематод, 1 вид цестод, 8 видов нематод, 5 видов скребней, 4 вида копепод, 1 вид изопод) (Мальцев, Ждамиров, 1996; Мальцев, 1997; Овчаренко и др., 2000; Kostadinova, 2008; Liu et al., 2010; Sarabeev et al., 2013; Sarabeev, 2015b; Tkach et al., 2014; Yurakhno, Ovcharenko, 2014; Besprozvannykh et al., 2014, 2017; Юрахно, 2009; 2018; 2019; 2020; Yurakhno, 2020 и др.) (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Виды паразитов пиленгаса в нативном ареале и в водоемах его интродукции

Западная часть Тихого океана и впадающие в него реки	Чёрное море	Азовское море
1	2	3
MICROSPORIDIA		
		<i>Loma mugili</i> Ovcharenko, Sarabeev, Wita & Czaplínska, 2000
MYXOSPOREA		
<i>Zschokkella magna</i> Chen & Hsieh, 1984		
<i>Sphaerospora mugili</i> Asejeva, 2000		
<i>Myxobolus achmerovi</i> Schulman, 1966		
<i>M. acutus</i> (Fujita, 1912) Landsberg & Lom, 1991		
<i>M. cheni</i> Schulman, 1962		
<i>M. parvus</i> Schulman, 1962	<i>M. parvus</i>	<i>M. parvus</i>
MONOGENEA		
	<i>Ligophorus cephal</i> Rubtsova, Balbuena, Sarabeev, Blasco-Costa & Euzet, 2006	<i>Ligophorus cephal</i>
<i>L. kaohsianghsieni</i> (Gusev, 1962)	<i>L. kaohsianghsieni</i>	<i>L. kaohsianghsieni</i>
<i>L. leporinus</i> (Zhang & Ji, 1981)		
<i>L. llewellyni</i> Dmitrieva, Gerasev & Pron'kina, 2007	<i>L. llewellyni</i>	<i>L. llewellyni</i>
<i>L. miroshnichenki</i> Sarabeev, Rubtsova, Tingbao, Balbuena, 2013		
<i>L. mugilinus</i> (Hargis, 1955)		
<i>L. pilengas</i> Sarabeev & Balbuena, 2004	<i>L. pilengas</i>	<i>L. pilengas</i>
	<i>L. szidati</i> Euzet et Suriano, 1977	<i>L. szidati</i>
<i>L. triangularis</i> Sarabeev, Rubtsova, Tingbao, Balbuena, 2013		
<i>Gyrodactylus mugili</i> Zhukov, 1970	<i>Gyrodactylus mugili</i>	<i>Gyrodactylus mugili</i>
<i>G. zhukovi</i> Ling, 1962	<i>G. zhukovi</i>	<i>G. zhukovi</i>
<i>Solostamenides mugilis</i> (Vogt, 1879) Unnithan, 1971	<i>Solostamenides mugilis</i>	<i>Solostamenides mugilis</i>
DIGENEA (adults)		

Западная часть Тихого океана и впадающие в него реки	Чёрное море	Азовское море
1	2	3
<i>Bacciger lizae</i> Shen in Shen & Qiu, 1995		
<i>B. mugilis</i> Shen, 1987		
	<i>Dicrogaster contracta</i> Looss, 1902	<i>Dicrogaster contracta</i>
	<i>Haploporus lateralis</i> Looss, 1902	<i>Haploporus lateralis</i>
<i>Platydidymus flecterotestis</i> (Zhukov, 1971)		
	<i>Saccocoelium obesum</i> Looss, 1902	<i>Saccocoelium obesum</i>
	<i>S. tensusum</i> Looss, 1902	<i>S. tensusum</i>
<i>Skrjabinolecithum spasskii</i> Belous, 1954		
<i>Skrjabinolecithum pyriforme</i> Besprozvannykh, Atopkin, Ermolenko & Beloded, 2017*		
<i>Haploplanchnus bivitellosus</i> Zhukov, 1971		
<i>H. lizae</i> Liu, 2003		
<i>Prohaploplanchnus diorchis</i> Tang & Lin, 1978		
<i>Schikhobalotrema megaovus</i> Liu, 2003		
<i>Lasiotocus lizae</i> Liu, 2002		
	<i>Haploplanchnus pachysomus</i> (Eysenhardt, 1829)	<i>Haploplanchnus pachysomus</i>
<i>Hymenocotta mugilis</i> Wang & Wang, 1993		
<i>Prohaploplanchnus diorchis</i> Tang & Lin, 1978		
	<i>Bunocotyle cingulata</i> Odhner, 1928	<i>Bunocotyle cingulata</i>
<i>Saturnius overstreeti</i> Blasco-Costa, Montero, Gibson, Balbuena, Raga, Shvetsova & Kostadinova, 2008		
<i>S. segmentatus</i> Manter, 1969		
	<i>Saturnius papernai</i> Overstreet, 1977	<i>Saturnius papernai</i>
<i>Monolecithotrema lizae</i> Shen, 1990		
<i>Aponurus lizae</i> Shen in		

Западная часть Тихого океана и впадающие в него реки	Чёрное море	Азовское море
1	2	3
Shen & Qiu, 1995		
	<i>Lecithaster galeatus</i> Looss, 1907	<i>Lecithaster galeatus</i>
<i>Paucivitellosus fragilis</i> Coil, Reid & Kuntz, 1965		
<i>Podocotyle lizae</i> Qiu & Liang in Shen & Qiu, 1995		
<i>Podocotyle reflexa</i> (Creplin, 1825)		
<i>Saccocoeloides lizae</i> Liu, 2002		
<i>Elliptobursa megasacculum</i> (Liu, Wang, Peng, Yu & Yang, 2004) Blasco-Costa, Montero, Gibson, Balbuena & Kostadinova, 2009		
<i>Carassotrema flecterostis</i> (Zhukov, 1971) Yu, Peng & Liu, 2005		
<i>Pseudohapladena lizae</i> Liu & Yang, 2002		
<i>Parasaccocoelium haematocheilum</i> Besprozvannykh, Atopkin, Ermolenko & Nikitenko, 2014**		
<i>P. polyovum</i> Besprozvannykh, Atopkin, Ermolenko & Nikitenko, 2014**		
<i>P. mugili</i> Zhukov, 1971 (син. <i>Pseudohapladena mugili</i> (Zhukov, 1971))**		
DIGENEA (larval)		
		<i>Timoniella imbutiformis</i> (Molin, 1859) Brooks, 1980
		<i>Diplostomum paracaudum</i> (Iles, 1959)
	<i>Diplostomum pseudospathaceum</i> Niewiadomska, 1984	<i>Diplostomum pseudospathaceum</i>
	<i>Diplostomum rutili</i> Razmashkin, 1969	<i>Diplostomum rutili</i>
	<i>Diplostomum spathaceum</i> (Rudolphi, 1819)	<i>Diplostomum spathaceum</i>
	<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i> (Nordmann,	<i>Posthodiplostomum brevicaudatum</i>

Западная часть Тихого океана и впадающие в него реки	Чёрное море	Азовское море
1	2	3
	1832)	
	<i>Tylodelphys clavata</i> (Nordmann, 1832)	<i>Tylodelphys clavata</i>
		<i>Ascocotyle coleostoma</i> (Looss, 1896)
	<i>Ascocotyle sinoecum</i> Ciurea, 1933	<i>Ascocotyle sinoecum</i>
	<i>Ascocotyle longa</i> Ransom, 1920	<i>Ascocotyle longa</i>
	<i>Cryptocotyle concavum</i> (Creplin, 1825)	<i>Cryptocotyle concavum</i>
<i>Heterophyes nocens</i> Onji & Nishio, 1916		
	<i>Pygidiopsis genata</i> Looss, 1907	<i>Pygidiopsis genata</i>
CESTODA (larval)		
<i>Dibothriocephalus latus</i> (Linnaeus, 1758) Luhe, 1899		
NEMATODA		
	<i>Cosmocephalus obvelatus</i> (Creplin, 1825)	<i>Cosmocephalus obvelatus</i>
	<i>Contracaecum microcephalum</i> (Rudolphi, 1819)	<i>Contracaecum microcephalum</i>
	<i>Hysterothylacium aduncum</i> (Rudolphi, 1802)	
	<i>Pseudocapillaria tomentosa</i> (Dujardin, 1843)	
<i>Cuculanus mugili</i> Belous, 1965		
<i>C. spirocaudus</i> Lee, 1984		
	<i>Dichelyne minutus</i> (Rudolphi, 1819)	
<i>Philometra biglobocerca</i> Belous, 1965		
ACANTHOCEPHALA		
<i>Acanthocephalus luzus</i> Li (?)		
<i>Neoechinorhynchus agilis</i> (Rudolphi, 1819)	<i>Neoechinorhynchus agilis</i>	<i>Neoechinorhynchus agilis</i>
	<i>N. (Hebesoma) personatus</i> Tkach, Sarabeev, Shvetsova, 2014	<i>N. (Hebesoma) personatus</i>
<i>N. (Hebesoma) yamagutii</i> Tkach, Sarabeev,		

Западная часть Тихого океана и впадающие в него реки	Чёрное море	Азовское море
1	2	3
Shvetsova, 2014		
<i>Acanthogyrus (Acanthosentis) tylosuri</i> (Yamaguti, 1939)	<i>Acanthogyrus (Acanthosentis) tylosuri</i>	<i>Acanthogyrus (Acanthosentis) tylosuri</i>
COPEPODA		
<i>Caligus orientalis</i> Gusev, 1951		
	<i>Ergasilus nanus</i> van Beneden, 1871	
<i>Lernanthropus mugilis</i> Brian, 1898		
<i>Lernanthropsis mugili</i> (Shishido, 1898)		
ISOPODA		
		<i>Lironeca taurica</i> Czerniavsky, 1868

Примечание: виды без звездочек указаны в (Юрахно, 2020; Yurakhno, 2020); виды, отмеченные звездочками, * - (Besprozvannykh et al., 2017), ** - (Besprozvannykh et al., 2014).

Из таблицы 4.8 исключены виды моногеней *Ligophorus chabaudi* Euzet & Suriano, 1977 и *L. vanbenedeni* (Parona & Perugia, 1890), указанные ранее В. М. Юрахно (2020) для Тихого океана, так как по последней ревизии паразитов данного рода все находки этих паразитов в пиленгасе считаются ошибочными (Sarabeev et al., 2013). Зато в данную таблицу внесены не учтенные ранее 3 вида трематод – *Parasaccocoelium haematocheilum* Besprozvannykh, Atopkin, Ermolenko & Nikitenko, 2014 и *Parasaccocoelium polyovum* Besprozvannykh, Atopkin, Ermolenko & Nikitenko, 2014 (бассейн реки Раздольная, Приморский край России), причем последний вид паразитов был найден и в лобане *Mugil cephalus* (Besprozvannykh et al., 2014), а также *Skrjabinolecithum pyriforme* Besprozvannykh, Atopkin, Ermolenko & Beloded, 2017, найденный этими авторами также и в лобане в Приморском крае России (в дельтах рек Киевка и Раздольная) (Besprozvannykh et al., 2017).

Указанный в статьях В. М. Юрахно (2020) тихоокеанский вид трематоды *Pseudohapladena mugili* (Zhukov, 1971) Overstreet et Curran, 2005 был сведен в

синоним вида *Parasaccocoelium mugili* Zhukov, 1971 (Besprozvannykh et al., 2014), имеющего в качестве хозяев как пиленгаса, так и лобана, что исправлено в табл. 4.8.

Верным, с нашей точки зрения, является вывод о том, что в связи с низким уровнем инвазии, эпизоотическое «значение паразитов пиленгаса невелико и носит скорее спорадический характер. Для большинства районов обитания пиленгаса зараженность паразитами в той или иной степени характерна, но эпизоотии не имеют существенного распространения даже в местах повышенной концентрации рыб в теплый период года» (Пряхин, 2011b).

Нуждаются в проверке данные, представленные в тезисном варианте изложения, о нахождении в пиленгасе из Азовского моря ресничных инфузорий *Trichodina acuta* Lom, 1961 (Сыроватка, Низова, 2000) и *T. ovonucleata* Raabe, 1958 (Сабодаш и др., 1993; Сыроватка, Низова, 2000).

В целом, анализируя последствия вселения пиленгаса в новые водоемы, можно сделать вывод о том, что наблюдаемые при этом общие закономерности в трансформации его паразитофауны хорошо согласуются с современными работами других авторов, рассматривающих этот вопрос на примере иных видов животных (Poulin, Mouillot, 2003; Torchin et al., 2003; Poulin et al., 2011 и др.).

После интродукции Тихоокеанского пиленгаса в Азово-Черноморский бассейн фауна его паразитов претерпела значительные изменения. В результате интродукции пиленгас потерял 45 видов, а в Азово-Черноморском бассейне приобрёл 30 видов паразитов. В Чёрном море всего зарегистрировано 35 видов паразитов, в Азовском море – 34 вида (Юрахно, 2020; Yurakhno, 2020). Из них общими для Тихоокеанского и Понто-Азовского региона являются всего лишь 9 видов паразитов, большая часть которых имеют прямой жизненный цикл. Во всех трех сравниваемых регионах среди групп паразитов пиленгаса преобладают трематоды, а второе место по количеству видов занимают моногенеи, которых, однако, как правило, в 2-2,5 раза меньше, чем трематод. Миксоспоридии занимают третье место по числу видов в нативном ареале, в местах же вселения

они представлены только одним видом. Остальные группы включают в себя пять и менее видов в каждом регионе.

Из всех многочисленных паразитов разных систематических групп, встречающихся в пиленгасе на протяжении всего ареала его обитания, к условно-патогенным видам относятся 4 вида – 1 вид микроспоридий (*Loma mugili* Ovcharenko, Sarabeev, Vita, Chaplynska, 2000), 1 вид миксоспоридий (*Muxobolus parvus* Schulman, 1962), 2 вида трематод (*Timoniella imbutiforme* (Molin, 1859) Brooks, 1980 и *Ascocotyle (Phagicola) longa* Ransom, 1920) (Юрахно, 2020; Yurakhno, 2020).

По данным В. Н. Мальцева (1999) *Loma mugili* может вызывать массовую гибель сеголетков пиленгаса в Азовском море. По сведениям В. М. Юрахно (2009, 2018) *Muxobolus parvus* способен вызывать нарушение дыхательной функции пораженных им жабр данного вида рыб, что было зафиксировано в черноморской зоне Керченского пролива. По материалам В. Л. Сарабеева (2015а) метацеркарии *Timoniella imbutiforme* могут являться причиной гибели более 50 % молоди *P. chaematocheila* в Молочном лимане Азовского моря.

К известным практическим рекомендациям по снижению негативного влияния трематод на популяцию пиленгаса в Азовском море, основанных на результатах межгодовой и возрастной динамики его заражённости этими паразитами, являются: регулировка количества заходящих производителей на нерест в Молочный лиман, чтобы избежать перенаселения нерестовых акваторий и, таким образом, уменьшить уровень передачи гельминтов; отлавливать молодь рыб из дикой популяции для их дальнейшего выращивания в аквакультуре; изымать сеголетков пиленгаса из естественной среды в раннем возрасте, предпочтительно в течение летнего сезона, для зарыбления ими морских и солоноватых водоёмов (Sarabeev, 2015а).

За последние 30 лет, с момента интродукции пиленгаса в Азовском море, не было обнаружено случаев отрицательного воздействия паразитов, встречающихся в пиленгасе, на здоровье аборигенных азово-черноморских кефалей и других видов рыб. Также не было обнаружено негативного влияния паразитофауны пиленгаса на здоровье человека (Юрахно, 2020; Yurakhno, 2020).

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

5.1. Динамика численности, запас и ориентиры управления

В основе научных рекомендаций лежит оценка запасов водных биоресурсов и обоснований к установлению общих допустимых уловов (ОДУ) или рекомендованных объемов их вылова (РВ) на предстоящий год. Порядок разработки ОДУ и РВ определен Приказами Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 104 «О представлении материалов, обосновывающих общие допустимые уловы водных биологических ресурсов во внутренних водах Российской Федерации, в том числе во внутренних морских водах Российской Федерации, а также на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, а также внесения в них изменений» (далее – Приказ № 104) и от 29.03.2019 № 155 «Об утверждении Регламента разработки и представления материалов, обосновывающих рекомендованные объемы добычи (вылова) водных биологических ресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается и материалов корректировки этих объемов» (Далее – Приказ № 155).

Пиленгас Азовского моря не входит в перечень приоритетных видов водных биоресурсов, поэтому при оценке его запасов и РВ, должны соблюдаться требования к процедуре расчета запаса, изложенные в приложении 1 к Приказу № 155. Их операционной детализацией, как и приказа № 104, являются «Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов» (Бабаян и др., 2018), предназначенные для упорядочения и унификации подходов к оценке запасов и ОДУ/РВ на основе современной методологии управления запасами водных биоресурсов.

Согласно Приказам №№ 104 и 155, выбор базовых методов количественной оценки и анализа состояния запаса конкретного вида ВБР зависит от структуры и

качества доступной информации. Выделяются три уровня информационного обеспечения:

1-й уровень. Доступная информация достаточна для проведения всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и прогнозирования ОДУ/РВ посредством структурированных (когортных) моделей эксплуатируемого запаса. Она включает исторические ряды возрастного состава, уловов, уловов на единицу промыслового усилия, темпа весового роста и полового созревания, средние значения коэффициента естественной смертности по годам и возрастным группам.

2-й уровень. Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и прогнозирования ОДУ/РВ посредством продукционных моделей эксплуатируемого запаса. Состав информации на данном уровне представляет собой исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия (или промысловых усилий).

3-й уровень. Доступная информация не позволяет производить аналитическое оценивание эксплуатируемого запаса. Обоснование ОДУ/РВ строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита доступной информации.

В Российской Федерации в Азовском море традиционно выделяются две единицы запаса пиленгаса – «черноморская», которую образует пиленгас Чёрного моря (с Кизилташским лиманом) и «азовская», формируемая пиленгасом Азовского моря (с лиманами, реками, заливами и Керченским проливом). Ареал «азовской» единицы запаса пиленгаса для Российской Федерации и Украины единый, поскольку Азовское море имеет статус общего водоема этих двух стран.

«Азовскую» единицу запаса формирует только азовская популяция этой рыбы, которая постоянно обитает, т.е. воспроизводится, нагуливается и зимует в Азовском море. Следовательно, «азовская» единица запаса имеет высокую степень географической изоляции имеет объективные основания рассматриваться как реально существующая единица запаса, локализованная в Азовском море. Для

ее оценки правомерно использовать любые методы, отвечающие вышеуказанным уровням информационной обеспеченности согласно Приказам №№ 104 и 155.

При этом, как показал мониторинг промысла у черноморского побережья Краснодарского края и Крыма, вышедший из Азовского моря пиленгас особо не задерживается в водах Керченского предпролива, мигрируя дальше в восточном и западном направлениях.

Информационная обеспеченность «черноморской» единицы запаса пиленгаса соответствует 3-му уровню: сведения о размерно-массовом и возрастном составе отрывочны, отсутствуют данные об уловах на единицу промыслового усилия, усилиях, а также параметрах роста и естественной смертности.

Информационная обеспеченность «азовской» единицы запаса претерпела определенную эволюцию: в начале 1990-х гг., когда запас пиленгаса в Азовском море впервые сформировался, она соответствовала 3-му информационному уровню. К концу 2000-х гг., по мере роста изученности азовской популяции и удлинению рядов промыслово-биологических данных, информационная обеспеченность достигла 1-го уровня, но уже с начала 2010-х она опустилась до 2-3-го уровня из-за прекратившейся обработки первичных данных о размерно-возрастном и весовом составе промысловых уловов. Организованная нами работа с фондовыми материалами ЮгНИРО и АзНИИРХ по мониторингу промысла пиленгаса, позволила к концу 2010-х лет вновь поднять информационное обеспечение его азовской единицы запаса до 1-го уровня информационной обеспеченности.

Исторически для пиленгаса Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна в Российской Федерации и на Украине применялись три различных подхода к оценке состояния запаса:

1. Экспертное оценивание состояния запаса и возможности его промыслового использования на основе общебиологических представлений и с учетом данных мониторинга промысла или учетных траловых съемок (УТС) в Азовском море.

2. Независимый от промысла прямой учет посредством траловых съемок с использованием площадного метода определения запаса в Азовском море.

3а. Ограниченное аналитическое оценивание, основанное на анализе промыслово-биологических данных посредством структурированной по длине когортной модели Джонса (пиленгас Азовского моря).

3б. Аналитическое оценивание, основанное на анализе промыслово-биологических данных посредством структурированных по возрасту когортных моделей (пиленгас Азовского моря).

С второй половины 2000-х годов имелось достаточно первичных данных, чтобы перейти к аналитическому оцениванию пиленгаса Азовского моря, соответствующему 1-му уровню информационной обеспеченности. Несмотря на это, с 1990-х годов до 2018 г. главным методом, применявшимся научными рыбохозяйственными организациями Российской Федерации и Украины для оценки его запаса и общебассейновых объемов добычи (лимитов), являлся метод площадей по данным УТС (Состояние биологических ресурсов..., 1995; Пряхин, 1998). В условиях мелководности Азовского моря, до 2008 г. УТС давали возможность достаточно адекватно оценивать состояние запаса пиленгаса.

В 2009-2010 гг. ЮгНИРО стал выполнять оценивание азовского пиленгаса посредством когортного анализа с использованием прикладного пакета ANACO (Mesnil, 1989), но уже в 2011 г. и в последующие годы, из-за низкого качества и недостаточности промыслово-биологических данных (главным образом из-за отсутствия должной обработки возрастных проб), пришлось вынуждено переходить на более грубый анализ когорт длины промысловых уловов пиленгаса методом Джонса (Шляхов и др., 2018) и даже давать экспертные оценки запасов и объемов рекомендованного вылова, ориентируясь на материалы УТС.

В качестве примера оценки промысловой смертности, численности и биомассы «азовской» единицы запаса пиленгаса методом Джонса (далее – LCA) приведем результирующую таблицу (таблица 5.1.), построенную по «Материалам, обосновывающим рекомендуемые объемы добычи (вылова) водных биоресурсов

в Азовском море 2016 г.». Эти материалы были подготовлены ФГБНУ «ЮгНИРО» и представлены в Росрыболовство и ФГБНУ «ВНИРО» в 2015 г.

Таблица 5.1 – Промысловая смертность F_i (F_{38-64} – средняя для промыслового запаса CSB – *Commercial Stock Biomass*), пре-рекруты R (N_{34-38}), численность среднегодовая $N_{i\text{ ср.}}$, биомасса среднегодовая $B_{i\text{ ср.}}$ пиленгаса в Азовском море в 2012-2014 гг.

L_i , см	C_i , млн. шт.	$N_{i\text{ ср.}}$, млн. шт.	F_i	W_i , г	$B_{i\text{ ср.}}$, т
22,1-24	0,0000	0,944	0,000	200	189
24,1-26	0,0000	1,500	0,000	210	315
26,1-28	0,0000	1,398	0,000	240	336
28,1-30	0,0000	1,299	0,000	315	409
30,1-32	0,0000	1,202	0,000	385	463
32,1-34	0,0000	1,108	0,000	455	504
34,1-36	0,0028	1,016	0,003	574	625
36,1-38	0,0057	0,926	0,006	716	725
38,1-40	0,0227	0,836	0,027	921	799
40,1-42	0,0347	0,742	0,047	1108	835
42,1-44	0,0762	0,640	0,119	1263	824
44,1-46	0,0551	0,538	0,102	1484	790
46,1-48	0,0699	0,442	0,158	1700	780
48,1-50	0,0477	0,352	0,135	1930	702
50,1-52	0,0321	0,279	0,115	2144	628
52,1-54	0,0289	0,215	0,135	2428	540
54,1-56	0,0204	0,159	0,128	2868	456
56,1-58	0,0163	0,113	0,144	2994	366
58,1-60	0,009	0,076	0,118	3379	269
60,1-62	0,0052	0,048	0,107	3810	187
62,1-64	0,0042	0,027	0,159	3954	112
64,1-66	0,0040	-	-	-	-
$C_{\text{ср.2012-2014, т}}$	770	-	-	-	-
F_{38-64}	0,115				
$R (N_{34-38})$	2,778				
CSB	7289				

Исходными данными для LCA послужила статистика вылова, материалы о размерной, возрастной и весовой структурах промысловых уловов и уловов КНП ЮгНИРО, ранее определенные ЮгНИРО значения параметров уравнения

Берталанфи и оценки естественной смертности (для азовской единицы запаса $L_{\infty} = 71$ см, $t_0 = -0,990$ лет, $K = 0,267$, $M = 0,68$) (Шляхов, 1998). Используемый метод Джонса является хотя и грубым, но достаточно надежным методом ограниченного аналитического оценивания запасов водных биоресурсов с 2-м уровнем информационной обеспеченности (Шляхов и др., 2018; 2019). Однако этот метод очень чувствителен к точности определения значений параметров уравнения Берталанфи, а в данном случае были использованы параметры роста, оцененные по материалам середины 1990-х гг., то есть 15-20-летней давности. Учитывая то, что «азовская» единица запаса акклиматизанта-пиленгаса формально появилась в 1993 г. и принимая во внимание происходящие изменения солености и кормовой базы, ее адаптация к условиям Азовского моря, по-видимому, продолжается до сих пор. Это подтверждается установленной нами тенденцией уменьшения средней массы (навесок) в возрастных группах и указывает на необходимость уточнения параметров уравнения Берталанфи во избежание существенных искажений результатов LCA, которые неизбежны в случае использования ранних оценок L_{∞} , t_0 и K .

Отсутствие надежных методических оценок запаса пиленгаса в Азовском море после 2008 г., когда пиленгас в зоне тралового учета стал распределяться разреженно, приводило к недостаточно обоснованным мерам регулирования его промысла, рекомендованным Российско-Украинской комиссией по вопросам рыболовства в Азовском море. Возвращение к аналитическому оцениванию состояния «азовской» единицы запаса пиленгаса в 2019 г. методом XSA стало прорывным. На XXXI сессии РУК, состоявшейся 13-14 ноября 2019 г. в режиме скайп-конференции, величины запаса и объема добычи пиленгаса на 2020 г. впервые были установлены по результатам нашего аналитического оценивания (Кожурин и др., 2020с). В 2020 г. и в последующие годы метод XSA стал основным при подготовке материалов к обоснованию рекомендованной добычи (вылова) пиленгаса в Азовском море. Ниже изложено описание его практического использования, включая результаты краткосрочного прогнозирования на 2023 г.

Принимая во внимание наличие высокого уровня нелегального промысла пиленгаса в Азовском море, аналитические оценки запаса были выполнены как по данным официальной статистики, так и с учетом ННН-промысла, ориентируясь на собранные ЮгНИРО сведения и опубликованные экспертные оценки его величины в 2007-2010 гг. (Шляхов, Михайлюк, 2011), и на материалы службы государственного мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания АзНИИРХ за 2018-2020 гг.

Аналитическое оценивание пиленгаса на XSA выполнено в двух вариантах:

1. С использованием только рыбопромысловой статистики;
2. С включением ННН в общий вылов, получаемый путем перемножения каждого значения из табл. 1.1 за 2004-2020 гг. на повышающие коэффициенты, экспертные оценки которых даны ниже.

С середины 2005-2013 гг. ЮгНИРО осуществлял мониторинг украинского промысла в Азовском море, регулярно проводил научно-исследовательский лов на контрольно-наблюдательных пунктах вдоль крымского побережья, а также выборочно обследовал конфискованные браконьерские и сокрытые уловы пиленгаса. Как было установлено, при ННН-промысле структура вылова была очень схожей со структурой легальных уловов, поскольку и те, и другие были получены ставными одностенными сетями (в те годы разрешенными для промысла в Сиваше, азовских лиманах и Керченском проливе), кошельковыми и кольцевыми неводами в море (весомая их часть утаивалась, т.е. не регистрировалась статистикой). По экспертным оценкам, основанным на анализе размерно-возрастной структуры уловов, в 2007-2010 гг. в украинскую официальную статистику вылова пиленгаса в Азовском море попадало не более 30-40% объема его реального украинского изъятия в море (Шляхов, Михайлюк, 2011).

Для российского промысла пиленгаса в Азовском море отсутствуют публикации о количественных оценках ННН-вылова в те годы, хотя российский ННН-промысел имел место, возможно, в меньших масштабах, чем украинский. Во второй половине 2010-х гг., судя по регулярному поступлению на рыбные

рынки городов юга России свежего пиленгаса во время его полного запрета на лов, нелегальный и нерегистрируемый российский промысел этой рыбы продолжался.

На основании имеющейся информации для моделирования с учетом ННН нами приняты следующие допущения:

1. Величиной ННН-вылова пиленгаса в Азовском море до 2004 г. можно пренебречь ввиду ее незначительности;
2. Возрастная структура регистрируемого статистикой вылова и ННН-вылова была идентичной;
3. Повышающие коэффициенты для входных данных по вылову в 2004-2020 гг. экспертно оценены в диапазоне 1,1 – 2,4.

Предварительная диагностика XSA включала диагностику индексов численности учетных траловых съемок, оценку допустимой ошибки «стягивания» по численности и промысловой смертности, ретроспективный анализ чувствительности и тест на стабильность модели параметрическим критерием Мон-ро.

Начальным шагом этапа предварительной диагностики было исследование качества учетных съемок, при котором выполнялось сопоставление логарифмов индексов численности в возрасте a в год y $[a; y]$ против численности $[a+1; y+1]$, $[a+2; y+2]$, то есть со сдвигом на 1, 2 и т.д. лет. Такая процедура позволяет отследить изменение численности поколения на протяжении его жизненного цикла. Диагностика качества индексов численности по данным учетных траловых съемок ЮгНИРО и АзНИИРХ, используемых для параметризации модели, пройдена успешно: все возрастные сравнения имели положительный регрессионный наклон, кроме самой старшей возрастной группы 7+, что, очевидно, связано с нестабильным возрастным составом плюс-группы.

В рамках теста чувствительности модели производилась оценка допустимой ошибки «стягивания» для рассчитанной численности запаса N и смертности F при различных значениях «стягивания» внутри исследуемого диапазона 0,5-2,5. По результатам теста, в 2020 г. (как и в 2019 г.) выяснилась предпочтительность

параметризации модели на уровне ошибки стягивания 0,5, приводящей к наибольшей устойчивости модели. Другие параметры модели, такие как временное окно ошибки стягивания, длина интервала лет для назначения весов в оценке «стягивания» и прочие параметры, не имели серьезного влияния на подгонку модели.

В 2020 г. в ходе предварительной диагностики особое внимание было обращено на оценку чувствительности и стабильности модели XSA. Анализ стабильности модели производился ретроспективным тестом с последовательным усечением ряда входящих данных на 1 год с горизонтом в 5 лет, что обеспечивает более строгие условия тестирования, чем при 3-летним горизонте, обычно применяемым в международных рыбохозяйственных организациях. Обязательным условием прохождения теста являлась сходимость результатов моделирования. Сам ретроспективный анализ не имел выраженных аномалий, а оценки Rec (пополнения), SSB , и F_{bar} имели удовлетворительное схождение. Тестирование устойчивости модели было пройдено успешно, графические результаты ретроспективного анализа чувствительности отражены на рисунке 5.1.

Посредством параметрического критерия Монро оценивается сумма относительных отклонений SSB и F в ретроспективном периоде. Согласно статистическим исследованиям, условиям стабильности соответствуют значения критерия, попадающие в диапазон между -0,22 и +0,20 (Mohn, 1999). Для XSA с финальной параметризацией при ошибке стягивания 0,5 были получены такие оценки критерия Мон-ро: вариант 1 (без ННН) дал $\rho_{SSB} = -0,183$ и $\rho_{Fbar} = 0,147$; вариант 2 (с ННН) – $\rho_{SSB} = -0,182$ и $\rho_{Fbar} = 0,146$. Как видно из полученных оценок, значения критерия по биомассе и промысловой смертности для обоих вариантов отличались несущественно, и все они попали в диапазон стабильности. Полученные значения критерия также свидетельствуют о вероятной небольшой недооценке моделью биомассы нерестовой части азовской популяции пиленгаса и незначительной переоценке промысловой смертности.

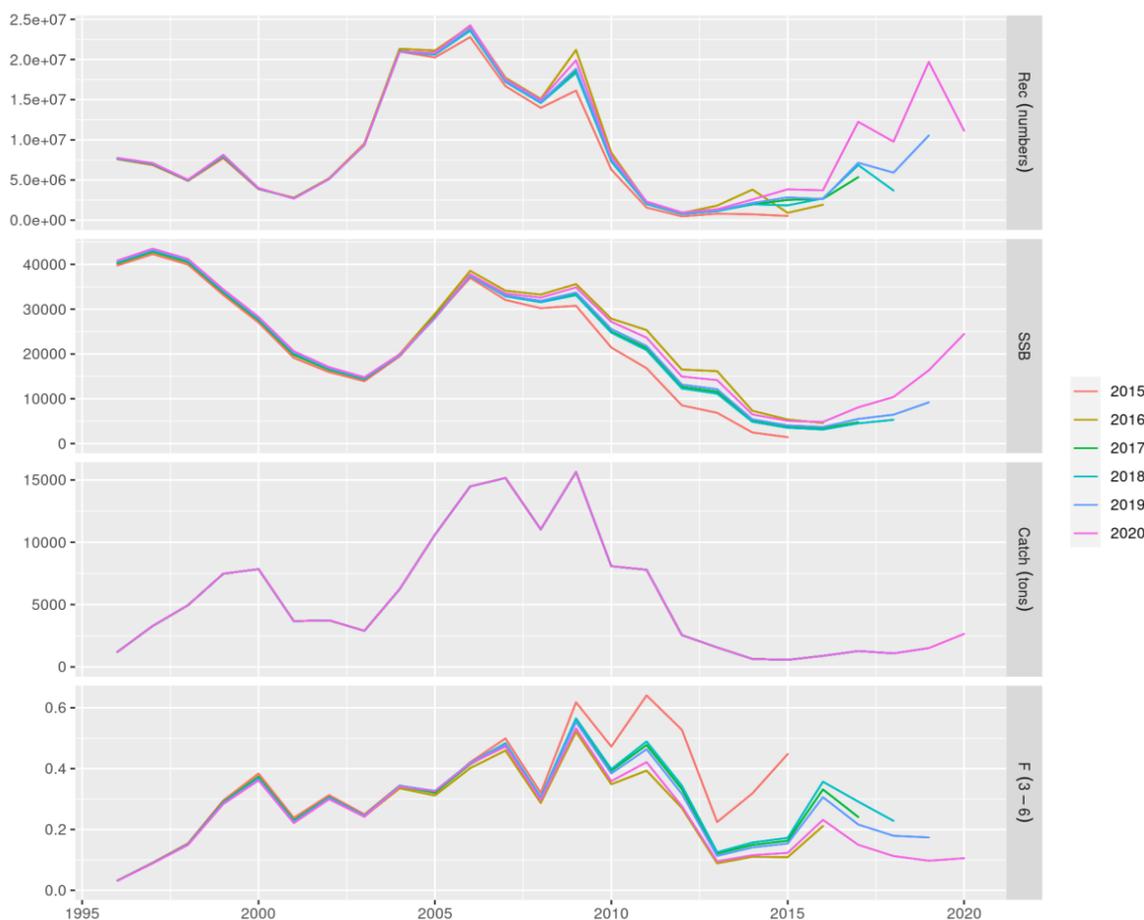


Рисунок 5.1 – Анализ чувствительности XSA пиленгаса при ошибке стягивания 0,5 (вариант без ННН)

Результаты моделирования сведены в таблице 5.2. Они оказались ожидаемыми – для варианта с ННН значения пополнения и биомассы оказались выше (в 2,6 раза), а промысловой смертности – ниже (на 8%), чем для варианта без ННН.

Учитывая то, что экспертные оценки ННН-вылова для периода 2013-2020 гг. получены только по российскому промыслу, результаты моделирования по второму варианту (с ННН) являются прикидочными, при установлении общебассейного объема добычи (вылова) пиленгаса в большей степени принимаются во внимание оценки, основанные на официальной рыбопромысловой статистике. Для всего анализируемого периода минимальные и максимальные значения нерестового запаса SSB наблюдались в 2016 г. (2,0 тыс. т) и в 1997 г. (41,4 тыс. т), а промысловой смертности F – в 1996 г., (0,033) и в

2009 г., (0,588), соответственно. Следует отметить, что при входных биопромысловых данных 1996-2019 гг., максимальное значение SSB приходилось на 1996 г. и было более высоким – 57,6 тыс. т, а минимальное, отмеченное в 2016 г. – 2,6 тыс. т (Кожурин и др., 2020с).

Таблица 5.2. Итоговые оценки на XSA пополнения (Rec , шт.), запаса (SSB , т) и промысловой смертности (F_{bar}) пиленгаса в Азовском море в 1996-2020 гг.

Год	Оценки без ННН (вариант 1)			Оценки с ННН (вариант 2)		
	Rec	SSB	F_{bar}	Rec	SSB	F_{bar}
1996	7389074,0	38916,701	0,033	7752201,4	40860,377	0,031
1997	6757004,5	41377,852	0,093	7111699,3	43511,317	0,089
1998	4764602,9	39021,714	0,158	5035324	41216,033	0,149
1999	7516477,3	32299,497	0,305	8138645,5	34433,427	0,283
2000	3625856,9	25948,316	0,4	4011551,4	28271,748	0,361
2001	2399569,0	18257,297	0,253	2687147,9	20620,132	0,221
2002	4279216,8	14650,48	0,355	5123869,7	17066,005	0,299
2003	7435373,6	12031,779	0,304	9442810,9	14808,852	0,241
2004	15471363,6	15214,66	0,469	21006745,3	19939,108	0,341
2005	13276143,5	19140,717	0,421	20848327,6	28067,879	0,326
2006	14374624,4	23355,832	0,492	24256408,6	37792,14	0,416
2007	9916144,9	19216,346	0,543	17561498,6	33518,89	0,473
2008	8103066,7	17488,077	0,331	15001171,4	32585,365	0,296
2009	9876239,3	17974,728	0,588	19901701,1	34873,639	0,533
2010	3847281,9	13217,76	0,399	8010746,8	27192,011	0,359
2011	1069441,9	11018,873	0,472	2316311,3	23644,594	0,421
2012	419183,0	6626,884	0,311	969817,4	14940,455	0,277
2013	595568,6	6134,834	0,107	1352455,8	14166,614	0,095
2014	1095936,3	2761,87	0,128	2567995,2	6506,318	0,115
2015	1580385,5	2124,029	0,135	3839515,5	5061,506	0,123
2016	1521993,5	2001,631	0,253	3720163,9	4827,466	0,232
2017	4876922,5	3280,061	0,164	12242178,3	8095,723	0,15
2018	3865612,7	4149,064	0,123	9775275,9	10394,163	0,113
2019	7720873,0	6451,97	0,106	19685709,7	16361,896	0,097
2020	4306944,8	9555,001	0,114	11144852,2	24456,355	0,105

Диагностика подгонки XSA по индексам учетных съемок. Так как модель XSA использует взвешенную регрессию для подгонки своих оценок по индексу

промысловой численности, был выполнен анализ невязок промысловых индексов (графическое представление разницы между эмпирическими значениями уловов в съемках и их модельными значениями. После подгонки окончательной версии модели, результаты которой содержатся в табл. 5.2., была выполнена диагностика невязок. Основной задачей теста являлось обнаружение значимых невязок, величины которых на логарифмической шкале менее -2,25 или более 2,25, а также обнаружение накопительных годовых или возрастных эффектов. По результатам этой диагностики украинские учетные траловые съемки (ЮгНИРО) показали лучшие результаты по сравнению с российскими (АзНИИРХ), которые выполнялись в 2014-2020 гг. Тем не менее, обе съемки не имели выраженных накопительных годовых или возрастных эффектов. Минимальные и максимальные логарифмы остатков: для украинской учетной съемки – [-2,2; 0,93], для российской – [-4,6; 1,72].

Учитывая все результаты диагностики, XSA имеет хорошую стабильность, точность и удовлетворительно описывает параметры азовской популяции пиленгаса.

Оценка зависимости запас-пополнение и определение биологических ориентиров управления. Наиболее точным способом определения зависимости запас-пополнение является построение модели «запас-пополнение», однако при попытке построить подобную модель были получены неудовлетворительные результаты, свидетельствующие о слабой связи между биомассой запаса и численностью пополнения, флюктуации которого обусловлены внешними факторами.

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 и в 2009-2010 гг. (рисунок 5.2.), то есть в годы достаточно высокого запаса пиленгаса, явно указывает на мощное влияние факторов среды обитания, ослабляющих связь между запасом и пополнением.

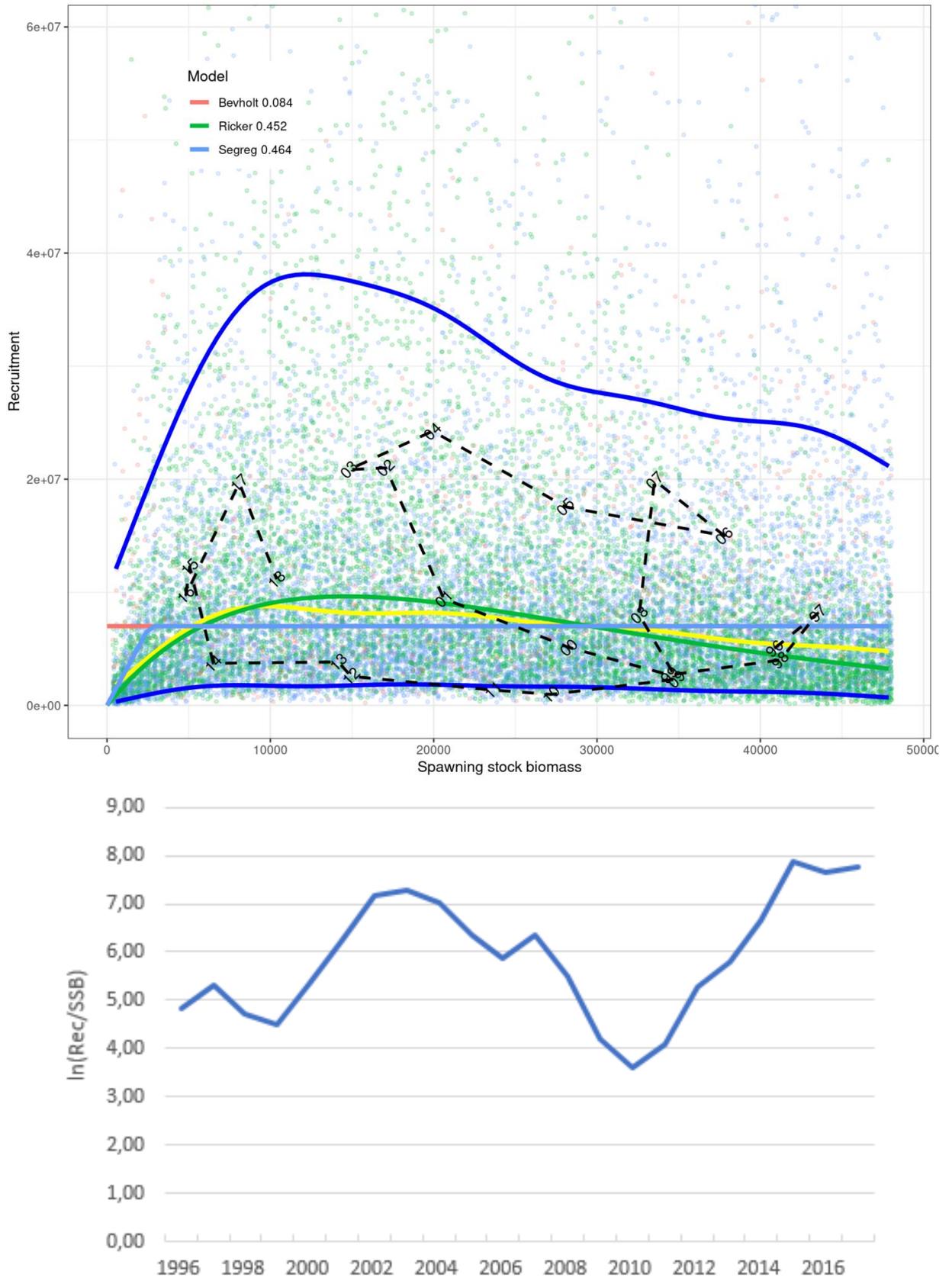


Рисунок 5.2 – Кривые воспроизводства пиленгаса (верхняя панель) и динамика логарифмированного отношения численности пополнения пиленгаса в двухлетнем возрасте к биомассе продуцирующего его запаса (нижняя панель)

В практике ICES и других международных организаций в качестве ориентира управления широко используется фиксированное значение темпа эксплуатации (отношение промысловой смертности к общей, $E = F/Z$) $E = 0,4$, выполняющее роль целевого ориентира (Patterson, 1992), превышение которого рассматривается как один из признаков перелома.

На рисунке 5.3 приведены рассчитанные по результатам XSA фактические значения E (которые для обоих вариантов практически совпали) относительно целевого ориентира $E = 0,4$. Они свидетельствуют о чрезмерном уровне эксплуатации запаса в 1999-2012 и 2016 гг., в остальные годы превышение целевого ориентира было незначительным или отсутствовало.

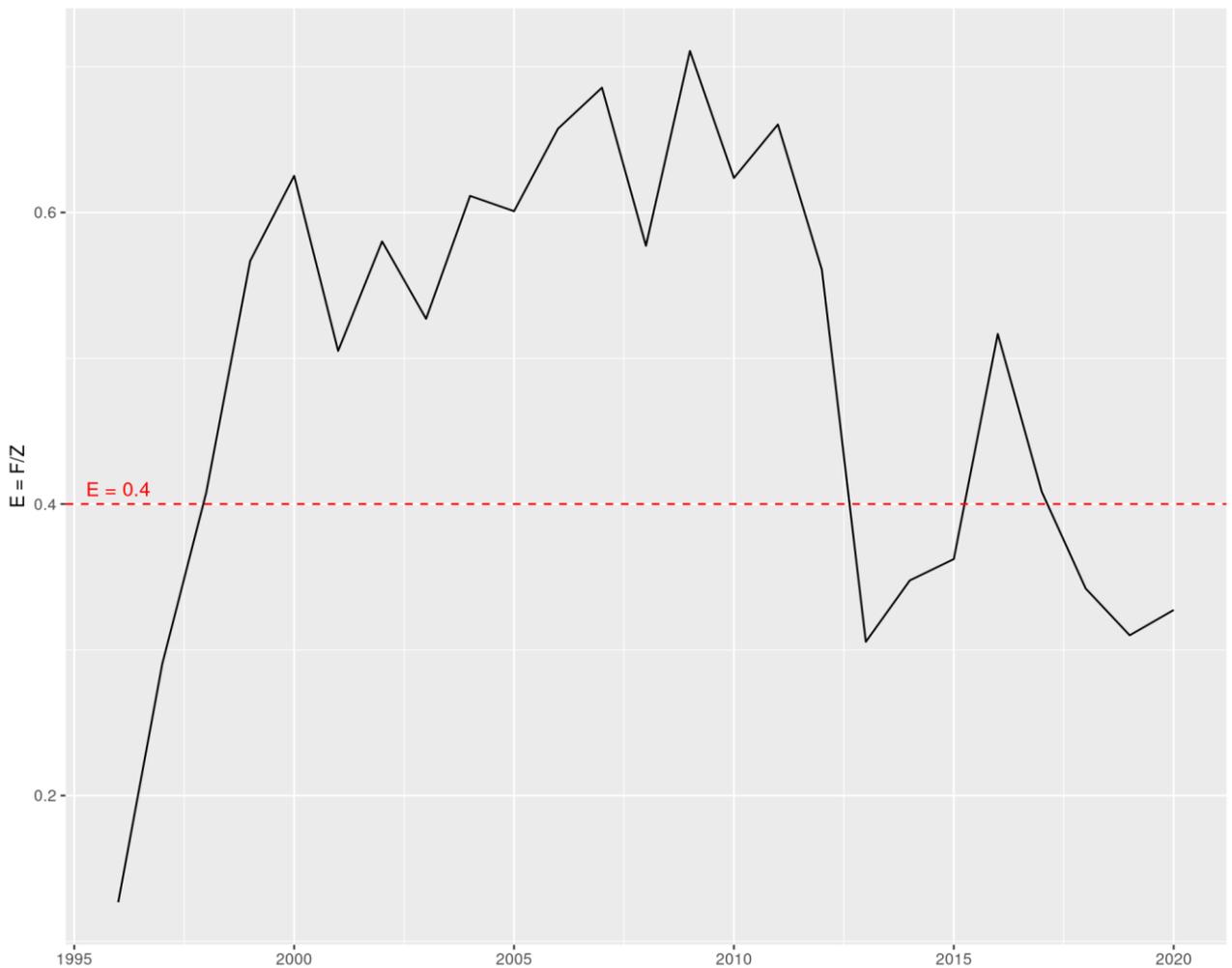


Рисунок 5.3 – Темп промысловой эксплуатации пиленгаса относительно целевого ориентира Паттерсона (красный пунктир) с учетом ННН в 1996–2020 гг.

Краткосрочный прогноз. По набору имеющихся входных данных, модель XSA позволяет осуществлять только краткосрочный прогноз – при задаваемой промысловой смертности прогнозировать нерестовый запас и вылов на 3 года вперед, в нашем случае на 2021-2023 гг. Результаты краткосрочного прогнозирования для четырех сценариев различной промысловой смертности, включая ее сохранение на усредненном для трех последних лет промысла уровне (F_{SQ}), представлены в таблица 5.3.

Таблица 5.3 – Краткосрочный прогноз величины запаса пиленгаса в Азовском море на 2022-2023 гг. без учета ННН (вариант 1) и с его учетом (вариант 2)

Год	Текущие (2020 г.) и прогнозируемые (2021-2023 гг.) показатели при различных значениях F							
	$F_{SQ} = 0,114$		$F_{0.1} = 0,567$		$F_{MSY} = 0,200$		$F = 0,400$	
	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2	вариант 1	вариант 2
SSB, т								
2020	9555	1117	9555	1117	9555	1117	9555	1117
2021	11658	1288	11658	5141	11658	2162	11658	3921
2022	12464	1310	8165	3529	11479	2035	9512	3098
2023	12437	1261	5832	2529	10681	1838	7607	2445
С учетом ННН-промысла								
2020	24456	2649	24456	2649	24456	2649	24456	2649
2021	30077	3071	30077	13242	30077	5568	30077	10100
2022	32371	3147	21013	9070	29553	5238	24485	7968
2023	32364	3033	14869	6431	27326	4699	19426	6232

Примечание. * – Запас и улов представлен в тоннах; серым маркером выделен терминальный год

Как они свидетельствуют, для всех 4-х сценариев, включая сценарий с $F_{0.1}$, на 2023 г. прогнозируется рост вылова пиленгаса относительно терминального 2020 г., однако рост запаса – только при промысловой смертности не выше $F = 0,2$. При сохранении текущего уровня смертности, т.е. $F_{SQ} = 0,114$, рост запаса для 2023 г. составит 30 %, а вылова – 13 %. Следовательно, этот сценарий при

сохранении существующих условий состояния системы запас-промысел в Азовском море благоприятен.

Таким образом, 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).

Приведем некоторые соображения, касающиеся других результатов аналитического оценивания пиленгаса Азовского моря. Максимальный запас (в диапазоне 40-60 тыс. т) ожидаемо пришелся на начало его эксплуатации, когда азовская популяция пиленгаса была в состоянии, близком к «девственному». По мере интенсификации промысла запас снижался, по-видимому, до перехода в состояние, близкое к равновесному. После того как запас составил около половины от девственного, в 2005-2009 гг., то есть в течение 5 лет, система «запас-промысел» была наиболее продуктивной и устойчивой; в эти годы в промысел начинали вступать самые высокие по численности поколения, достигавшие 20-28 млн шт., а регистрируемый годовой вылов находился в пределах 6,5-10,3 тыс. т. Такая динамика запаса укладывается в концепцию популяционного роста, подчиняющегося логистическому закону, согласно которой максимальная продукция популяции при равновесном состоянии системы «запас-промысел» достигается при биомассе запаса, равной половине не эксплуатируемой (девственной) популяции.

В 2010-2011 гг. произошло резкое сокращение величины 2-летних рыб (в 4,5 раза от среднего в 2005-2009 гг.), и в 2015-2016 гг. это привело к минимальному историческому уровню запаса. В последующие годы воспроизводство и его эффективность повысились, промысловый пресс уменьшился и запас к концу 2010-х гг. увеличился в 2,7 раза. Для более наглядного восприятия динамики запаса по результатам XSA на диаграмме (рисунок 5.4.) представлен результат

предшествующей аналитической оценки запаса ЮгНИРО на ANACO, индексы биомассы в учетных съемках и вылов пиленгаса.

Видно, что динамика запаса по XSA, ANACO и индексов учетных траловым съемок имеет большое сходство, при этом абсолютные значения запаса по обоим когортным методам (ANACO и XSA) достаточно близки.

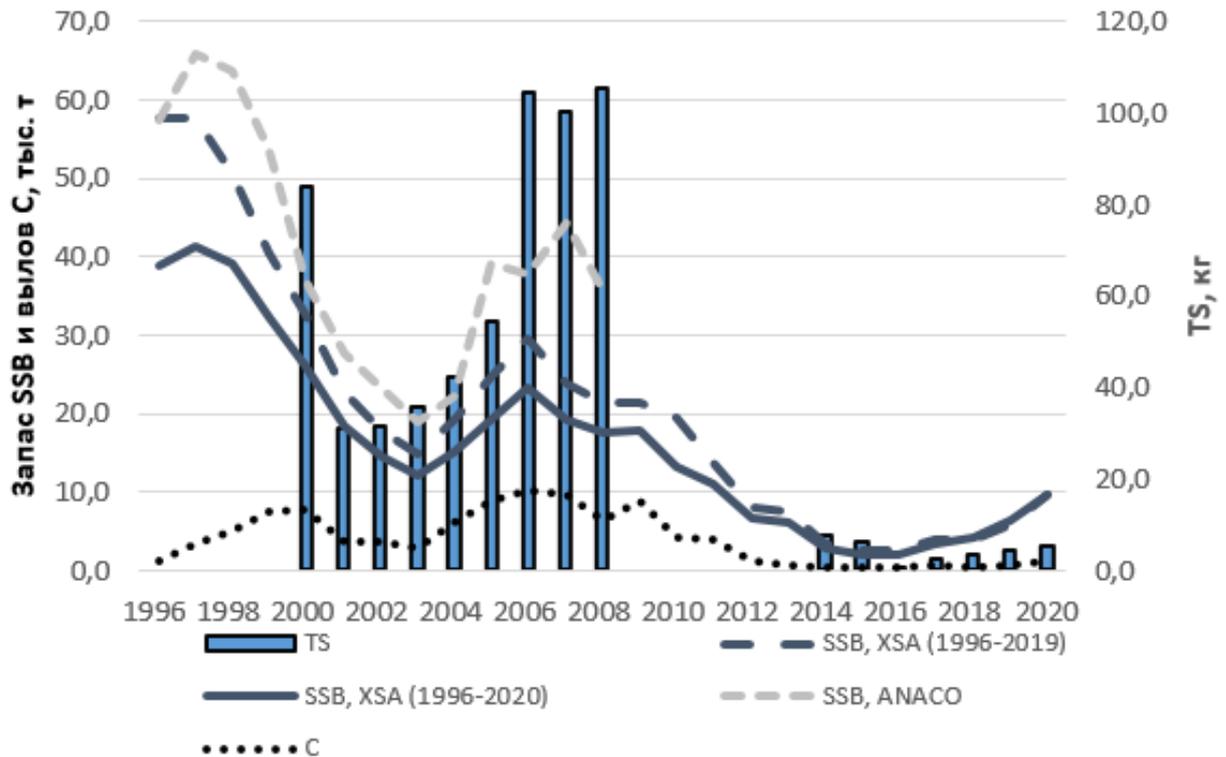


Рисунок 5.4 – Индексы биомассы пиленгаса TS по учетным траловым съемкам ЮгНИРО (2000-2008 гг.) и АзНИИРХ (2014-2020 гг.), биомасса SSB по ANACO, XSA на данных 1996-2019 и 1996-2020 гг., официальный вылов C

Чтобы понять природу описанной выше динамики запаса пиленгаса, рассмотрим два определяющих ее ключевых фактора – промысел, характеризуемый промысловой смертностью F_{bar} или темпом эксплуатации E , и воспроизводство, показателем которого служит пополнение Rec (в нашем случае на уровне сеголетков или двухлетних рыб). Согласно XSA, расчетные значения E свидетельствуют о чрезмерном уровне F_{bar} в 2004-2011 гг., но это не послужило препятствием для роста запаса в 2004-2006 гг. Напротив, при относительно

низкой промысловой смертности в 1996-1999, 2001-2003 и 2013-2016 гг. запас уменьшался. Следовательно, наибольшее воздействие на изменения запаса пиленгаса оказывало воспроизводство.

В этой связи уместно вспомнить, что местом происхождения азовского запаса пиленгаса является Молочный лиман, в котором производились и успешно завершились работы по акклиматизации этой рыбы (Семененко, 1991). Эксплуатация пиленгаса в Азовском море началась с 1993 г. при запасе 9,4 тыс. т, определенном методом площадей по данным тралового учета с коэффициентом уловистости 1,0 (Яновский, Изергин, 1998). В запасе превалировало высокоурожайное поколение 1989 года рождения, сформировавшееся за счет естественного нереста в Молочном лимане при солености 13-18 ‰, устойчивая связь которого с морем и благоприятные условия для воспроизводства пиленгаса поддерживалась регулярными мелиоративными работами по расчистке соединительного канала. Начиная с 1990 г., работы по расчистке канала постепенно начали сворачиваться (Чесалин и др., 2002). В 1998-2001 гг. мелиорация канала почти не производилась, в 2002-2006 гг. она улучшились, но с 2007 г. практически прекратилась. С 2009 г. в Молочном лимане, потерявшем постоянную связь с морем, уменьшились уровень воды и площадь зеркала, большая часть акватории водоема стала гипергалинной, и для пиленгаса он утратил статус основного нерестилища. По этой причине дальнейший учет сеголетков пиленгаса от нереста в Молочном лимане перестал производиться.

По данным осенних учетов АзЮгНИРО сеголетков пиленгаса из Молочного лимана за 1995-2008 гг. (таблица 5.4.) было выполнено исследование зависимости между численностью сеголетков и численностью взрослых особей тех же поколений в возрасте от 3 до 6 лет в годовых уловах из таблица 1.1. Результаты корреляционных тестов (таблица 5.5) нами опубликованы (Кожурин и др., 2020с).

Таблица 5.4 – Численность сеголетков пиленгаса, выходящих из Молочного лимана, по данным учета АзЮгНИРО в 1995-2008 гг. (Современное состояние ..., 1999; 2004; Оцінка сучасного стану..., 2008; 2010), млрд шт.

Год учета	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Численность сеголетков	6,700	1,400	4,500	0,260	0,200	0,038	0,109	1,000
Год учета	2003	2004	2005	2006	2007	2008	с 2009	
Численность сеголетков	0,700	0,122	0,730	0,700	0,080	0,150	учет прекратился	

Таблица 5.5. Результаты кросс-корреляционного тестирования численности молоди пиленгаса, вышедшей из Молочного лимана (*Rec* в возрасте 0+) в 1995-2008 гг., и численности взрослых рыб тех же поколений (*Age* = 3÷6) в уловах *

Годы учета молоди	<i>Rec</i> vs <i>Age</i> = 3		<i>Rec</i> vs <i>Age</i> = 4		<i>Rec</i> vs <i>Age</i> = 5		<i>Rec</i> vs <i>Age</i> = 6	
	<i>r</i>	<i>p</i> -value						
1995-2008	-0,14	0,640	-0,04	0,881	0,31	0,277	0,39	0,169
1995-2007	-0,17	0,586	-0,09	0,768	0,28	0,358	0,36	0,223
1995-2006	-0,19	0,555	-0,09	0,771	0,24	0,457	0,38	0,226
1995-2005	-0,19	0,584	-0,11	0,747	0,23	0,490	0,37	0,266
1995-2004	-0,18	0,611	-0,09	0,805	0,23	0,523	0,38	0,272
1995-2003	-0,09	0,816	-0,08	0,833	0,46	0,210	0,33	0,390
1995-2002	-0,08	0,850	0,02	0,960	0,49	0,214	0,32	0,435
1995-2001	0,07	0,875	0,43	0,337	0,67	0,103	0,42	0,348
1995-2000	0,41	0,415	0,62	0,186	0,97	0,001	0,72	0,109
1995-1999	0,38	0,525	0,78	0,116	0,99	0,001	0,76	0,133
1995-1998	0,25	0,745	0,72	0,283	0,99	0,009	0,82	0,181

Примечание. * *r* – величина коэффициента корреляции Пирсона, *p*-value – тест значимости степени связи (при $p > 0,05$ корреляция является случайным совпадением, при $p < 0,05$ корреляция не может быть объяснена случайностью при биологически приемлемом уровне значимости результатов $\alpha = 0,05$)

Как видно из таблицы 5.5., статистически доказанная связь выявлена только у пополнения и рыб в возрасте 5 лет для рядов данных с 1995 по 2000 гг. Для других возрастных групп (4 и 6) хотя в эти годы и наблюдались довольно высокие положительные значения коэффициента корреляции, однако уровень ее значимости оказался ниже биологически приемлемого. Менее тесная связь сеголетков с трех- и четырехлетними рыбами в уловах может быть объяснена селективностью орудий лова и частичным распределением неполовозрелых особей вне района промысла. Связь пополнения с рыбами тех же поколений в шестилетнем возрасте для трех наиболее длинных рядов данных (1995-2006, 1995-2007 и 1995-2008 гг.) была не выше 0,4 и не значима на биологически приемлемом уровне, но уровень значимости находился в диапазоне $0,17 \div 0,23$. Иными словами, вероятность случайности связи составляла порядка 20 %.

Результаты корреляционного теста можно интерпретировать следующим образом:

- до 2001 г. Молочный лиман, скорее всего, играл главенствующую роль в воспроизводстве азовской популяции пиленгаса;
- в последующие годы вклад Молочного лимана в воспроизводство популяции существенно уменьшился, хотя для 5-6-летних рыб прослеживался до 2008 г., то есть до конца периода функционирования лимана как нерестилища пиленгаса.

Воспроизводство пиленгаса в Молочном лимане после 2001 г. однозначно ослабевало, но, возможно, продолжало влиять на состояние системы «запас-промысел» вплоть до 2013-2014 гг., пока в промысловой части популяции присутствовали рыбы, родившиеся в Молочном лимане.

Ихтиопланктонными съемками АзНИИРХ убедительно показано, что с 1994 г. размножение пиленгаса, помимо Молочного лимана, Сиваша, оз. Ханское и других придаточных солоноватоводных водоемов, стало происходить непосредственно в Азовском море, включая Таганрогский залив, при солености 5-12 ‰ (Пряхин, 1995; 2001; Пряхин и др., 2002). По нашему мнению, вклад

собственно Азовского моря в воспроизводство азовской единицы запаса пиленгаса в 1990-х, 2000-х и первой половине 2010-х гг. не был высоким, поскольку после прекращения размножения пиленгаса в Молочном лимане морское воспроизводство не смогло остановить устойчивого снижения запаса до 2015-2016 гг. (Кожурин и др., 2020с). Возможное объяснение состоит в недостаточно высокой выживаемости личинок в морской воде с соленостью менее 13 ‰, которая была в Азовском море в те годы.

Если еще раз обратить внимание на рисунке 5.2. (нижняя панель), то можно заметить устойчивый рост эффективности воспроизводства популяции с 2011 г. по настоящее время. Логично связать этот рост с ежегодным повышением солености Азовского моря, которая в осенний период 2017 г. составила в среднем 14,53 ‰, а в 2020 г. достигла 14,72 ‰. Сейчас уже очевидно, что высокая соленость морской воды сохранится в ближайшие годы, и это будет способствовать дальнейшему росту воспроизводства и численности азовского запаса пиленгаса.

Краткосрочное прогнозирование на XSA при терминальном 2020 годе с задаванием численности пополнения и промысловой смертности на уровне, усредненном для трех последних лет промысла, на 2023 год дает рост запаса до 12,4 тыс. тонн (с учетом ННН-промысла - до 32,4 тыс. тонн). При сохранении темпов 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).

Таким образом, нами получены следующие результаты исследований по оценке запасов и динамике численности пиленгаса в российских водах Азово-Черноморского бассейна:

1. Доступная информация о состоянии запаса и промысла пиленгаса в Азовском море в 1996-2020 гг. достаточна для проведения всестороннего аналитического оценивания на структурированной по возрасту когортной модели XSA в пакете *FLR*.

2. Учитывая результаты диагностики, XSA имеет хорошую стабильность, точность и удовлетворительно описывает основные характеристики азовской популяции пиленгаса – пополнение Rec на уровне двухлетних рекрутов, нерестовый (промысловый) запас SSB и промысловую смертность F_{bar} , усредненную для 3-6-летних возрастных групп.

3. По результатам моделирования на XSA в 2019 и 2020 гг., нерестовый запас пиленгаса SSB в начальной фазе его эксплуатации (1996-1997 гг.) находился на уровне 40-60 тыс. т, в 2005-2009 гг. он составлял 17-30 тыс. т, а в 2019-2020 гг. – 6-19 тыс. т.

4. Краткосрочное прогнозирование на XSA с заблаговременностью 3 года при начальных условиях 2020 г. и различных сценариях установления промысловой смертности показало, что рост запаса пиленгаса в 2021-2023-х гг. возможен только при промысловой смертности не выше $F = 0,2$.

5. В Азовском море 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 и 2016 гг., в остальные годы превышение целевого ориентира было незначительным или отсутствовало.

6. В 1995-2019 гг. наибольшее воздействие на изменения «азовской» единицы запаса пиленгаса оказывало естественное воспроизводство. На основании выявленной статистически значимой связи пополнения с 5-летними рыбами можно допустить, что до 2001 г. решающую роль в воспроизводстве азовской популяции пиленгаса играл Молочный лиман, в последующие же годы его значение уменьшалось.

7. Выявленный по результатам оценки пополнения на XSA рост эффективности воспроизводства (Rec / SSB) с 2011 г. по настоящее время можно объяснить повышением солености Азовского моря.

5.2. Промысел и его регулирование

Высокоурожайное поколение пиленгаса 1989 г. рождения, появившееся после нереста в Молочном лимане, в первой половине 1990-х гг. сформировало основную часть промыслового запаса в Азовском море и пиленгас в нём вошел в число важнейших объектов российского и украинского рыболовства (Шляхов и др., 1995; Яновский, Изергин, 1998; Пряхин, 2004). В таблице 5.6 представлена рыбопромысловая статистика вылова пиленгаса пользователями Российской Федерации и Украины в 1992-2019 гг. в Азовском и Черном морях, а также в связанных с ними водоемах (в реках и лиманах).

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

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

Ниже дано описание каждого из периодов, выполненное по фондовым материалам ЮгНИРО и АзНИИРХ, протоколов Российско-Украинской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море, а также собственных исследований, относящихся к последнему периоду.

Период начального освоения (1992-1996 гг.). В 1992 г. в Азовском море были получены первые промысловые уловы пиленгаса, отраженные в российской рыбопромысловой статистике. Как указывал Ю.В. Пряхин (2001), «...в 1992 г. пиленгас был внесен в Реестр промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна, на него была установлена промысловая мера и с 1993 г. разрешен промышленный лов». На II сессии РУК (7-8 июля 1994 г., г. Мариуполь, Украина) было согласовано «включение пиленгаса в число промысловых объектов Азовского бассейна, разрешение его промысла всеми орудиями лова, предусмотренными

Правилами рыболовства, включая используемые для лова кефалей, с соблюдением промысловой меры 38 см».

В период начального освоения, т.е. до 1997 г., основная часть вылова пиленгаса приходилась на опытно-промысловый/научно-промысловый лов (ОПЛ/НПЛ) ставными сетями, донными и разноглубинными тралами. Меньшая часть вылова пиленгаса была получена при проведении научно-исследовательского лова и в ходе промысла кефалевыми орудиями лова.

Сетной ОПЛ пиленгаса в Азовском море был организован в соответствии с решением III сессии РУК (29-30 ноября 1994 г., г. Ейск, Россия): произвести в 1995 г. «...производственную проверку лова пиленгаса жаберными сетями с ячеей 45-70 мм на акватории собственно Азовского моря в период с 1 января по 15 мая и с 1 октября по 31 декабря:

- в 12-мильной прибрежной зоне от параллели 46°00 до оконечности косы Обиточной –1000 сетей;
- в 5-мильной прибрежной зоне от косы Обиточной до косы Бердянской –500 шт.;

Таблица 5.6 – Вылов пиленгаса Россией и Украиной в Азово-Черноморском бассейне в 1992-2019 гг.

Год	Вылов пиленгаса в Черном море							Вылов пиленгаса в Азовском море					
	Россия			Украина				Россия				Украина**	Украина и Россия, всего
	море с лиманами, Кубань	море, Крым	Всего, Россия	море*	море, Крым	лиманы с/з и реки	Всего, Украина	море с Таганрогским з-вом и Керченским проливом	Кубанские лиманы и реки	море, Крым	Всего, Россия	море с лиманами и проливами	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1992	0,000	-	0,000	0,000	н/д	0,000	0,000	16,000	0,000	-	16,000	0,000	16,000
1993	53,000	-	53,000	13,000	н/д	0,000	13,000	10,000	0,000	-	10,000	66,000	76,000
1994	70,000	-	70,000	15,000	н/д	14,000	29,000	60,000	0,000	-	60,000	99,000	159,000
1995	43,000	-	43,000	0,000	н/д	13,000	13,000	234,000	0,000	-	234,000	774,500	1008,500
1996	382,000	-	382,000	7,630	н/д	0,400	8,030	175,000	0,000	-	175,000	1031,480	1206,480
1997	480,000	-	480,000	35,030	н/д	82,500	117,530	683,000	4,000	-	687,000	2599,850	3286,850
1998	401,000	-	401,000	9,740	н/д	67,900	77,640	1332,000	21,000	-	1353,000	3597,340	4950,340
1999	35,000	-	35,000	15,204	н/д	190,270	205,474	2315,000	0,000	-	2315,000	5159,010	7474,009
2000	63,000	-	63,000	17,289	16,800	160,961	178,250	2409,000	31,000	-	2440,000	5405,890	7845,890
2001	118,000	-	118,000	27,834	21,800	405,426	433,260	1294,000	2,030	-	1296,030	2377,610	3673,637
2002	170,400	-	170,400	86,298	80,400	88,105	174,403	1313,900	0,900	-	1314,800	2424,100	3738,900
2003	246,500	-	246,500	28,278	17,100	191,885	220,163	648,700	5,800	-	654,500	2243,690	2898,190
2004	277,700	-	277,700	14,480	5,000	232,688	247,168	1518,700	3,600	-	1522,300	4715,990	6238,286
2005	46,600	-	46,600	39,078	28,100	578,625	617,703	2742,900	12,800	-	2755,700	6227,770	8983,470
2006	87,800	-	87,800	48,238	33,900	157,609	205,847	2882,100	4,800	-	2886,900	7383,880	10270,780
2007	84,700	-	84,700	43,381	36,600	344,758	388,139	2906,140	1,120	-	2907,260	6744,830	9652,094
2008	46,950	-	46,950	42,673	37,700	335,199	377,872	1540,870	3,240	-	1544,110	4983,480	6527,593
2009	105,420	-	105,420	42,590	35,500	485,261	527,851	2068,380	4,950	-	2073,330	6658,880	8732,211
2010	363,000	-	363,000	12,394	5,700	171,280	183,674	654,590	0,980	-	655,570	3641,910	4297,480
2011	87,120	-	87,120	14,166	10,600	406,217	420,383	883,100	3,220	-	886,320	3110,600	3996,915
2012	3,140	-	3,140	17,820	0,800	535,030	552,850	430,490	0,850	-	431,340	832,763	1264,103
2013	0,600	-	0,600	2,963	0,700	905,452	908,415	401,900	0,010	-	401,910	349,952	751,862
2014	0,184	0,891	1,075	н/д	-	н/д	н/д	215,455	-	4,550	220,005	81,613	

Продолжение таблицы 5.6

Год	Вылов пиленгаса в Черном море							Вылов пиленгаса в Азовском море					
	Россия			Украина				Россия				Украина**	Украина и Россия, всего
	море с лиманами, Кубань	море, Крым	Всего, Россия	море*	море, Крым	лиманы с/з и реки	Всего, Украина	море с Таганрогским з- вом и Керченским проливом	Кубанские лиманы и реки	море, Крым	Всего, Россия	море с лиманами и проливами	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2015	0,00	0,282	0,282	н/д	-	н/д	н/д	215,541	-	5,790	221,331	39,072	301,618
2016	1,640	0,082	1,722	н/д	-	н/д	н/д	273,974	-	17,888	291,862	110,100	260,403
2017	1,223	0,232	1,455	н/д	-	н/д	н/д	371,506	-	87,378	458,884	105,553	401,962
2018	0,345	0,061	0,406	н/д	-	н/д	н/д	444,432	-	0,847	445,279	27,724	564,437
2019	0,068	0,187	0,255	2,229	-	1,345	3,574	638,882	-	7,339	646,221	16,6370	662,858
2020	1,378	0,126	1,504	0,897	-	0,924	1,821	1114,948	-	3,048	1117,996	110,0350	1228,031

Примечание:

* в 1993-2013 гг. в морской вылов включен крымский вылов;

** в 1993-2013 гг. включен крымский вылов.

- в 5-мильной прибрежной зоне от косы Бердянском до косы Белосарайской – 200 шт.;
- в 500-метровой прибрежной зоне от п. Новоотрадное до м. Хрони – 400 шт.».

Помимо сетного ОПЛ, III сессия РУК инициировала НПЛ пиленгаса тралами: «...для отработки оптимальных орудий лова по учету запаса пиленгаса на местах зимовки в Обиточном заливе (границы с юга — от оконечности Обиточной косы до маяка Бирючий остров) с 1 января по 15 апреля в зависимости от погодных условий производится ряд съемок при одновременном использовании тралов, близнецового невода и бычковой механизированной драги по согласованным программам и в присутствии наблюдателей Российской Стороны.».

В 1995 г. на северо-западе Азовского моря скопления пиленгаса начали формироваться в ноябре-декабре с понижением температуры воды до 10°C. В центре северо-западного района (в квадрате 13П), уловы малотоннажных судов типа СЧС-225 и РС-300 достигали 23 т за траление, при среднем 0,51 т /час траления. Размеры пиленгаса в уловах изменялись от 20 до 70 см (таблица 5.7). Основу уловов составляли рыбы 3-5 летнего возраста.

Прилов рыб непромысловых размеров был равен 8,0%. Соотношение полов было приблизительно равно 1:1. В декабре 1995 года основная часть половозрелых рыб имела гонады в 3-й стадии зрелости. Внутриполостное ожирение было выше, чем в предшествующую зиму (1,6) и соответствовало среднему баллу 2,5. В зимний период пиленгас не питался.

В целом по бассейну был преодолен рубеж вылова в 1 тыс. т (см. таблицу 5.6.).

V сессия РУК (5-6 декабря 1995 г., г. Ейск, Россия сочла возможным организовать ОПЛ/НПЛ пиленгаса 10 украинскими и 6 российскими судами, оснащенными «разноглубинными тралами в районе Обиточного залива, ограниченном параллелью 46°00' с. ш. с юга и меридианом 36°10' в. д. с востока в период, начинающийся осенью при устойчивом переходе температуры воды ниже

6°C и заканчивающийся весной при устойчивом переходе температуры воды выше 8°C.».

Таблица 5.7 – Размерно-возрастной состав зимовальных скоплений пиленгаса из траловых уловов в Азовском море (ноябрь 1995 г. – апрель 1996 г.)

Длина, см	Возраст % от общего количества						Всего	
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	%	шт.
20-22	0,04	-	-	-	-	-	0,04	1
22-24	0,05	-	-	-	-	-	0,05	1
24-26	0,32	-	-	-	-	-	0,32	9
26-28	0,43	-	-	-	-	-	0,43	12
28-30	1,17	0,14	-	-	-	-	1,31	37
30-32	0,99	0,64	-	-	-	-	1,6	46
32-34	0,67	0,92	-	-	-	-	1,59	45
34-36	0,21	1,60	0,21	-	-	-	2,02	57
36-38	-	2,02	-	-	-	-	2,02	57
38-40	-	2,20	0,75	-	-	-	2,96	83
40-42	-	2,88	1,42	0,36	-	-	4,66	131
42-44	-	2,02	5,22	0,39	-	-	7,63	215
44-46	-	3,34	5,93	0,39	-	-	9,67	272
46-48	-	0,50	6,43	2,45	-	-	9,38	264
48-50	-	0,67	6,61	2,63	-	-	9,91	279
50-52	-	-	2,59	3,73	1,49	-	7,81	220
52-54	-	-	1,74	3,52	2,63	0,89	8,78	247
54-56	-	-	0,46	2,27	3,66	0,92	7,31	206
56-58	-	-	-	0,50	5,72	0,53	6,76	190
58-60	-	-	-	0,43	2,24	2,70	5,37	151
60-62	-	-	-	0,53	2,13	2,17	4,83	136
62-64	-	-	-	-	1,60	1,60	3,20	90
64-66	-	-	-	-	-	1,49	1,49	42
66-68	-	-	-	-	-	0,75	0,75	21
68-70	-	-	-	-	-	0,11	0,11	3
Всего	3,88	16,93	31,36	17,2	19,47	11,16	100,00	2815
Ср. длина, см	29,9	40,4	46,6	51,2	56,8	60,5	49,2	

В 1996 г. в конце марта – апреле и по мере продвижения кромки ледового покрова на север, скопления смещались вслед за ней, но плотность их была ниже, чем в декабре. В это же время в гирле Утлюкского лимана был зафиксирован ход значительных скоплений пиленгаса непосредственно из-под льда в оз. Сиваш. Уловы судов в разрешенном для тралового промысла районе не превышали 1,2 т. Средний вылов на час траления в марте–апреле был равен 0,11 т.

В марте-апреле прилов пиленгаса непромысловых размеров в траловых уловах составил 12%. При сетном ОПЛ прилов молоди пиленгаса был значительно ниже – от 0,8% до 3,2%. В целом эффективность весеннего тралового лова пиленгаса в 1996 г., как и в 1995 г., была существенно ниже, чем осенью и в первой половине зимы.

Наличие в декабре 1995 года плотных косяков пиленгаса в северо-западном районе, а также миграция скоплений в южном направлении в Керченский пролив весной создали условия для ведения экспериментального лова кольцевыми неводами специальной конструкции, работа которых сопоставлялась с результатами заметов обычных хамсово-тюлечных неводов. В конце декабря и марте-апреле отмечались уловы до 8,0-9,4 т пиленгаса за замет кольцевого невода.

Экспериментальный кошельковый лов кольцевыми неводами пиленгаса в 1995-1996 гг. доказал возможность эффективного промысла этими орудиями лова как осенью на подвижных мигрирующих косяках, так и после образования плотных скоплений в северо-западной части Азовского моря. Весной с прогревом воды до 5-7°C и началом формирования преднерестовых концентраций и миграции их к местам нереста кошельковый лов можно вести также и в предпроливье Азовского моря. Траловый ОПЛ/НПЛ ожидаемого эффекта в освоении запаса пиленгаса не дал – в 1996 г. общекосейный вылов увеличился всего на 20%, при этом российский вылов даже уменьшился.

Промысловый лов пиленгаса был наиболее результативен на путях нерестовой миграции – при весеннем заходе производителей в Молочный лиман у его гирла (закидными неводами) и в Керченском проливе при выходе в Черное море (кефалевыми подъемными заводами, ставными неводами и сетями). Уловы кефалевого ставного невода и подъемного завода на участке р/к им. Хвалюна и у о. Коса Тузла нередко достигали 5 и более тонн (Современное состояние ..., 1993).

Пиленгас в весенних уловах в Керченском проливе находился в преднерестовом состоянии, в конце мая единичные особи имели текучие половые продукты. После окончания нерестового хода, с начала июня уловы в ставных

орудиях лова в проливе резко падали, отнерестившиеся особи отмечались единично, что дало основание сделать заключение об отсутствии обратного хода пиленгаса в Азовское море. Основу его нерестового стада, мигрирующего через Керченский пролив в Черное море, составляли рыбы длиной 30-60 см, превалировали особи высокоурожайного поколения 1989 г. рождения. В уловах по Таманскому побережью значительно преобладали самки (соотношение 3:1), по Крымскому побережью преобладание самок было менее значительным (5:4).

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

Период промысла кольцевыми и кошельковыми неводами (1997-2012 гг.). Вылов пиленгаса в данном периоде развития его промысла в Азовском море осуществлялся в ходе промысла, регламентируемого Правилами рыболовства, ОПЛ/НПЛ, а также поискового и научно-исследовательского лова. В отличие от предшествующего периода, акцент сместился на промысел в рамках Правил рыболовства, поскольку жизнь показала высокую эффективность и экологическую безопасность лова кольцевыми неводами. Район и сроки промысла пиленгаса кольцевыми неводами были определены следующим образом: «- кольцевыми неводами в Азовском море в районе, ограниченном с востока линией оконечность Бердянской косы - точка пересечения меридиана 37°20' в. д. с береговой чертой на юге, а с запада - линией, соединяющей с. Новоотрадное и точку 46°00' с. ш., 35°10' в. д., далее проходящей по параллели 46°00' на запад до пересечения с береговой чертой – с 15 февраля по 31 мая и с 1 сентября по 31 декабря».

В п. 7.1 протокола XIX сессии РУК (17-19 октября 2007 г., г. Анапа, Россия), сессия «сочла целесообразным рассматривать согласованный ею проект Правил промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря (наряду с согласованными временными мерами регулирования в виде режимов рыболовства) в качестве согласованной системы мер регулирования, на основании которой каждая Сторона принимает национальные нормативно-правовые акты, регулирующие промысел.».

Тогда же было одобрено проведение промысла пиленгаса кошельковыми неводами со сливной частью – 30 мм, крылом – 40 мм. Помимо кольцевых и кошельковых неводов в Азовском море, Керченском проливе и Утлюкском лимане, велся промысел и другими орудиями лова:

- собственно в море и придаточных водоемах велся лов ставными и закидными неводами, подъемными заводами, каравками, вентерями и волокушами;

- лов одностенными сетями происходил в Сиваше, Молочном и Утлюкском лиманах, Керченском проливе.

На IX сессии РУК (15-17 декабря 1997 г., г. Геленджик, Россия) по материалам ЮгНИРО комиссия «констатировала, что научно-промысловый лов пиленгаса разноглубинными тралами в Азовском море вызывает неблагоприятные изменения донных биоценозов и вторичное загрязнение среды, в связи с чем признала нецелесообразным включение этого вида лова в Правила рыболовства, а также дальнейшее продолжение этих работ на акватории собственно Азовского моря (за исключением его части, прилегающей к Утлюкскому лиману)». Поэтому с 1998 г. ОПЛ/НПЛ тралами перестал производиться.

Структура российского вылова пиленгаса характеризовалась высокой долей промысла кольцевыми неводами (более 80%) и полным отсутствием сетного промысла. В результате интенсификации промысла кольцевыми неводами на зимовальных скоплениях пиленгаса его общий вылов в Азовском море в 2006 г. достиг исторического максимума 10,3 тыс. т, при этом на долю Российской Федерации пришлось 28% общебассейнового вылова. В кольцевом промысле суммарно участвовало до 40-47 украинских и российских сейнеров, среднесуточные уловы которых в промысловый сезон составляли 5-7 т (Пряхин, 2001; Кожурин и др., 2020).

Общесейновый вылов пиленгаса стал снижаться: если в 2007-2010 г. вылов еще удерживался в диапазоне 4,0-9,7 тыс. т, то в 2012 гг. он резко упал до 1,3 тыс. т.

Причины падения вылова состояли, прежде всего, в ухудшении условий воспроизводства и в продолжавшемся высокоинтенсивном промысле, включая ННН-промысел, из-за чего запас пиленгаса стал неуклонно сокращаться, а зимовальные скопления этой рыбы стали сильно разреженными [Кожурин и др., 2020]. По рекомендациям XXIII сессии РУК (19-22 октября 2011 г., пос. Волна Темрюкского района Краснодарского края, (Российская Федерация) в 2012 г. промысел пиленгаса рекомендовалось производить «кольцевыми и кошельковыми неводами в Азовском море в районе, ограниченном с запада линией оконечность Бердянской косы – точка пересечения меридиана $37^{\circ}20'$ в. д. с береговой линией на юге, с востока – линией, проходящей по точкам: оконечность Белосарайской косы – буй косы Еленина – точка с координатами $46^{\circ}00'$ с. ш., $37^{\circ}50'$ в. д. – точка пересечения меридиана $37^{\circ}20'$ с береговой чертой на юге (за исключением запретного района «Железинская банка») в период и сроки, предусмотренные Мерами регулирования для указанных орудий лова, с использованием не более 8 судов (по 4 от каждой Стороны)». В перечень активных орудий лова также были включены снюрреводы «...с шагом ячеи в кутце 30 мм (по 2 ед. для каждой Стороны) в сроки и в районах, предусмотренных документом «Меры регулирования промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря» для промысла этого объекта кошельковыми и кольцевыми неводами.».

Решениями следующей XXIV сессии РУК (23-26 октября 2012 г., г. Бердянск, Украина) промысловый лов пиленгаса в Азовском море кольцевыми и кошельковыми неводами был закрыт. Но эти кардинальные ограничения не смогли предотвратить дальнейшего падения вылова – в 2013 г. он преодолел «психологическую» отметку 1 тыс. т и составил 752 т.

В 2000-х годах с развитием кольцевого и кошелькового лова, ННН-промысел стал крупномасштабным, участились также случаи массового сокрытия уловов при легальном промысле. Согласно экспертной оценке (Пряхин, 2001), неучтенный улов пиленгаса на кольцевом промысле в 1997-2000 гг. в среднем составлял 50% от попавшего в статистику. В 2007-2010 гг. в официальную

статистику вылова пиленгаса украинскими рыболовными организациями попадало не более 30-40 % от реального изъятия этой рыбы (Шляхов, Михайлюк, 2011), то есть объем ННН-промысла превышал объем учитываемого вылова в 1,5-2,3 раза.

Следует отметить, что в Азовском море сезоны добычи пиленгаса и тюльки активными орудиями лова почти полностью совпадали. Более высокая рентабельность лова пиленгаса стала приводить к снижению промысловой активности кошелькового лова тюльки.

Период промысла стационарными орудиями лова. На 2014 г. XXV сессия (22-25 октября 2013 года в пос. Рожок Ростовской области, Россия) сократила перечень разрешенных активных орудий лова, исключив из него снюрреводы. Из-за разреженного распределения пиленгаса промысел тралами оказался малоэффективным, Общебассейновый вылов пиленгаса продолжал падать, составив в 2014 г. около 302 т.

XXVI сессия РУК (21-23 октября 2014 г., г. Киев, Украина) убрала из промысла в 2015 г. тралы и вновь разрешила промышленный лов пиленгаса «кошельковыми или кольцевыми неводами (по 1 ед. для каждой Стороны). Это оказалось последней и безуспешной попыткой сохранить промысел пиленгаса активными орудиями лова – в 2015 г. кольцевыми и кошельковыми неводами не удалось выловить ни одной тонны этой рыбы, а годовой общебассейновый вылов стал минимальным в 1995-2015 гг. – 260 т.

На XXVII сессия РУК (27-30 октября 2015 г., г. Сочи Россия) было принято решение о приостановлении специализированного промысла пиленгаса в Азовском море:

7.2.2. Специализированный промысел камбалы-калкан и пиленгаса с использованием сетей в районах и сроки, предусмотренные мерами регулирования для промысла этих объектов, запрещается.

7.2.3. Специализированный промысел пиленгаса с использованием кошельковых и кольцевых неводов в районах и сроки, предусмотренные мерами регулирования для промысла этого объекта, запрещается.».

Решениями последующих сессий РУК и Минсельхоза России, список разрешенных для лова пиленгаса стационарных орудий лова сократился. Лишь в заливе Сиваш были оставлены волокуши и каравки, которые фактически оказались невостребованными, поскольку они могли применяться только с 1 июля, когда промысел пиленгаса закрывался из-за полного освоения объема вылова этой рыбы. Такое кардинальное ограничение возможности легального изъятия пиленгаса в Азовском море создавало благоприятные условия для восстановления запаса этой рыбы, однако способствовало развитию ННН-промысла, который осуществлялся преимущественно вдоль азовского побережья Ростовской обл. и Краснодарского края, а также в кубанских лиманах.

Службой государственного мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания АзНИИРХ в 2018 г. было обследовано в общей сложности 359 незаконных уловов, а в 2019 г. – более 600 уловов. Анализ материалов обследований показал, что встречаемость пиленгаса в российских незаконных уловах после официального прекращения его промысла (06.08.2018 и 27.07.2019 соответственно), т.е. во 2 и 3 кварталах, резко возростала, при этом пиленгас составлял одну из лидирующих позиций в незаконных уловах, достигая 16 % численности всех видов рыб в ННН-уловах. (Отчет АзНИИРХ 2019 г. по т. 45 «Оценка величины и влияния ННН (незаконного, несообщаемого и нерегулируемого) промысла и ННН (невостребованного, неразрешенного и неучтенного) прилова на состояние запасов водных биологических ресурсов и меры по их устранению»). Экспертные оценки ННН-вылова специалистов АзНИИРХ основывались на подсчете общей годовой убыли одного поколения пиленгаса 2013 г. рождения в 2017 и 2018 гг. по материалам смежных траловых съемок, которая в натуральном выражении оказалась 1147 и 1085 т, соответственно, и на последующем сопоставлении полученных значений общей убыли с официальным выловом.

Очевидно, что напрямую сопоставить легальный вылов с оценками общей убыли нельзя, следовало бы из неё вычесть убыль от естественной смертности. В 2017 и 2018 гг. поколение 2013 г. имело возраст 4 и 5 лет, для которого средние

значения естественной и промысловой смертности составляли, соответственно, $M_4 = 0,21$, $M_5 = 0,28$ и $F_{bar2017} = 0,160$ и $F_{bar2018} = 0,135$) (Кожурин и др., 2020), откуда общая смертность 2017 г. $Z_4 2017 = 0,370$, а в 2018 г. $Z_4 2018 = 0,415$. Тогда убыль поколения 2013 г. рождения от ННН в натуральном выражении в 2017 г. составит $1147 \text{ т} \times 0,160 / 0,370 = 496 \text{ т}$, а в 2018 г. – $1085 \text{ т} \times 0,135 / 0,415 = 353 \text{ т}$. Проведенный нами мониторинг керченского рынка показал, что в сентябре-декабре 2017 г. доля выставленного на продажу четырехлетнего пиленгаса составляла 40%, а пятилетних рыб в 2018 г. – 33%. Основываясь на полученных выше оценках незаконного изъятия поколения 2013 г. рождения, объем российского ННН для всех возрастных групп в 2017 г. составлял 1240 т, в 2018 г. – 1070 т. Возможно эти оценки даже занижены, принимая во внимание тот факт, что в 2014-2019 гг. рыбные рынки всех южных городов России были почти ежедневно заполнены свежим пиленгасом в летне-осенние месяцы после закрытия его легального промысла в связи с полным выбором рекомендованного объема вылова этой рыбы.

Нам совершенно неизвестны масштабы украинского ННН-промысла пиленгаса в Азовском море. Даже если предположить, что украинский ННН в 2013-2019 гг. был вдвое ниже российского, в 2017-2018 гг. неучтенный статистикой вылов оказывается в 1,5 раза выше официального общекосового вылова. Следовательно, масштабы ННН-промысла в третьем периоде развития промысла пиленгаса в сравнении со вторым периодом не снизились.

Протоколом XXXI сессии РУК, проведенной 13 ноября 2019 года в режиме видео-конференц-связи, были приняты величины опорных критериев предосторожности по основным промысловым видам рыб Азовского моря, среди которых был и пиленгас. Буферный ориентир запаса, при котором возможен возврат к специализированному промыслу, для пиленгаса установлен на уровне 22 тыс. т. При существующем комплексе абиотических факторов, биологических параметров популяции и динамики роста запаса специализированный лов пиленгаса кольцевыми и кошельковыми неводами возможно возобновить в 2025-2026 годах с установлением годового вылова на уровне 6-7 тыс. тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате неблагоприятного антропогенного влияния, увеличения загрязнения вод и интенсивности нерационального промысла, уменьшения стока рек, сопровождавшегося сокращением площадей нерестилищ, в 90-х гг. отмечено ухудшение экологической обстановки многих водоемов. Увеличивающееся поступление биогенных и органических веществ, неусваиваемых в полной мере аборигенными организмами планктонных и бентосных сообществ, вызвало в Азовском море двухкратное превышение уровня биогенов периода естественного режима рек и возобновление хронических заморных явлений. Ухудшение условий обитания привело к нарушению экологических связей и полному или частичному освобождению некоторых экологических ниш.

Преднамеренно интродуцированный в Азово-Черноморский бассейн дальневосточный пиленгас *Planiliza haematocheila* в новых условиях приобрел более высокую потенцию роста – прирост массы и увеличение линейных размеров были в разы выше, чем в материнских водоемах. Преимущественно детритофаг, как и все представители кефалевых, пиленгас встроился в трофические цепи питания сокращающихся аборигенных видов. Более высокий темп роста обусловил и более раннее созревание пиленгаса, чем в нативном ареале: самки созревали в четырехлетнем возрасте, самцы в трехлетнем. Средняя плодовитость у азовского пиленгаса в 1,4 раза выше, чем у дальневосточных особей; в зависимости от размеров рыбы плодовитость самок массой 0,9 кг составляет 550 тыс. икринок, у крупных самок максимум 90,6 млн.

Акклиматизация пиленгаса в теплых водах Азово-Черноморского бассейна привела к увеличению размеров рыб, абсолютной плодовитости самок, сокращению на один год возраста достижения половозрелости, более раннему началу и большей продолжительности нереста с выметом трех порций икры в условиях более длинного вегетационного периода.

В диссертационном исследовании представлен анализ состояния аквальных комплексов Азовского моря, приведены характеристики и возрастной составы

структуры популяции пиленгаса, выполнен анализ пространственных и временных изменений половой структуры.

Экспериментально установлено, что выживаемость интродуцента в условиях длительной зимовки высока, а разновозрастные группы рыб способны выдерживать отрицательные значения температуры. Показано, что пиленгас не проявляет признаков угнетения в диапазоне температур от 16 до 24 °С, ощущает себя достаточно комфортно даже подо льдами Азовского моря.

Определена зависимость сроков нерестовой миграции и нереста производителей от интенсивности прогревания вод в отдельных районах Азовского моря, лиманов и заливов; определены оптимальная и критическая температура и солёность.

Получены новые данные о морфологических и физиолого-биохимических особенностях раннего онтогенеза, акклиматизированного пиленгаса. Выявлены адаптивные изменения репродуктивной системы и раннего онтогенеза, обеспечивающие эффективное естественное воспроизводство вида в новом районе, по основным параметрам среды (температуре и солёности), существенно отличающимся от нативных водоемов. Они выражаются в снижении размера и удельного веса ооцитов, при одновременном возрастании их обводненности за период созревания и увеличении относительного объема жировой капли. Дана характеристика влияния температуры и солёности на ранний онтогенез пиленгаса, уточнены зоны преферендума и пессимальные значения этих экологических факторов.

Установлено, что из 85 видов паразитов, присущих пиленгасу, в его паразитофауне в Азовском море встречается 34 вида. Условно-патогенными паразитами пиленгаса являются 4 вида – 1 вид микроспоридий, 1 вид миксоспоридий и 2 вида трематод.

Работа охватывала три временных периода 1992-1996, 1997-2012, 2013-2020 гг., с более подробным анализом последнего. Серьезное падение уловов пиленгаса наблюдалось в 2000-х гг., однако оно быстро сменилось ростом и пробило новый максимум в 2006 г (свыше 7 тыс. т). Относительно высокие уловы

держались по 2009 г. Россией и 2011 г. Украиной, хотя и отмечалась тенденция к их снижению. Большая часть всех выловов приходилась на Азовское море. Резко снизились уловы в 2012-2014 гг. (менее 100 т). Отмечено, что возможной причиной снижения уловов пиленгаса, кроме естественной флуктуации, был перелов. В последние годы (2019-2020 гг.) наблюдается рост численности пиленгаса и, как следствие, увеличение его уловов. Несмотря на колебания численности, пилегас остается одним из самых высокочисленных видов среди кефалей Азовского бассейна, важным объектом промысла стран Причерноморья.

Проведено оценивание пиленгаса на модели XSA в пакете FLR, позволяющее обосновывать рекомендованные объемы вылова для бассейна Азовского моря. Результаты моделирования на XSA используются в практике международного регулирования промысла пиленгаса. Полученные данные могут быть использованы для оценки состояния популяции и урожайности поколений пиленгаса в отдельные годы, что необходимо для прогноза вылова.

Основываясь на выполненном нами обзоре и анализе динамики вылова, текущему состоянию азовского рыболовства можно дать положительную оценку, свидетельствующую о продолжающемся процессе восстановления прибрежной экосистемы Азовского моря, что позволяет надеяться на лучшее её будущее.

Успешное освоение пресноводных и солоноватых водоемов России пиленгасом в значительной степени зависит от решения вопроса его воспроизводства в условиях рыбоводных предприятий, производства достаточного количества рыбопосадочного материала и от более широкой популяризации этого нового объекта аквакультуры.

Грядущее осолонение Азовского моря предполагает увеличение в нем новых нерестовых площадей, что при существующей кормовой базе и плодовитости пиленгаса может обеспечить в будущем его высокую численность.

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 и 2016 годах, 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 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: ВНИРО. 2018. 312 с.
2. Балыкин П.А., Старцев А.В. Результаты вселения пиленгаса в Азово-Черноморский бассейн // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12-14 апреля 2017 г.) : в 2 ч. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. 2017. Ч. I. С. 34-37.
3. Баришполец В.Т., Иванов Г.А., Морозов Ю.В. Экологические проблемы Чёрного и Азовского морей. М.: Наука. 1990. 356 с.
4. Батлук В.А. Основы экологии и охраны окружающей природной среды. Львов: Афиша. 2011. 333 с.
5. Беседин В.Б., Реков Ю.И. Современный этап становления популяции пиленгаса в Азовском море // Сб. науч. тр. АзНИИРХ «Основ. пробл. рыб. хоз-ва и охраны рыбохоз. водоемов Азово-Черноморского бассейна». Ростов-на-Дону. 2003. С. 181-188.
6. Болтачёв А.Р., Карпова Е.П. Морские рыбы Крымского полуострова. 2-е изд. Симферополь: Бизнес-Информ. 2017. 367 с. ISBN 978-5-9500772-9-6.
7. Боровская Р.В., Панов Б.Н., Спиридонова Е.О., Лексикова Л.А. Связь придонной гипоксии и заморов рыбы в прибрежной части Азовского моря // Системы контроля окружающей среды. МГИ НАНУ. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2005. Вып. 5. С. 320-328.
8. Боровская Р.В. Ледовые условия в Азовском море и их связь с био- и рыбопродуктивностью. Системы контроля окружающей среды // Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2006. Вып. 6. С. 391-394.

9. Брянцев В.А., Панов Б.Н. Предпосылки снижения рыбопродуктивности Азовского моря // Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море. Мурманск: Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН «Апатиты», 2000. С. 259-276.
10. Булли Л.И. О биологическом качестве икры кефалей Азово-Черноморского бассейна // Керчь: Вестник КГМТУ. Биологические науки. 2020. Вып. 1. С. 8-21.
11. Булли Л.И. Сравнительная морфофизиологическая характеристика икры лобана, сингиля и пиленгаса, объектов культивирования в Азово-Черноморском бассейне // Мат. VII межд. конф. «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона». 2012. Т. 2. С. 37-40.
12. Булли Л.И. Особенности созревания и характеристика икры пиленгаса, мигрирующего через Керченский пролив // Рыбное хозяйство Украины. 2004. № 7. С. 92-97.
13. Булли Л.И. Связь рыбоводных показателей потомства кефалей с исходными состояниями ооцита и зрелого яйца / Рыбное хозяйство Украины. Киев: Сб. статей ИРХа. 2009. Вып. 66. С. 24-28.
14. Булли Л.И. Эколого-биохимические особенности икры пиленгаса из разных мест обитания // Керчь: Труды ЮгНИРО. 1995. Т. 41. С. 149-153.
15. Булли Л.И. Влияние солености на жизнеспособность личинок *Mugilsoiuy* Basilewsky в раннем онтогенезе // Пятая Всесоюзная конференция по раннему онтогенезу рыб. Тезисы докладов. М. 1991. С. 180-182.
16. Булли Л.И. Некоторые особенности раннего онтогенеза пиленгаса из маточных стад и естественных популяций // Керчь: Труды ЮгНИРО. 1994. Т. 40. С. 111-114.
17. Булли Л.И. Адаптационные изменения некоторых характеристик икры пиленгаса *Mugil soiuy* (Basilewsky) в условиях Азово-Черноморского бассейна // XI Всероссийская конференция по промысловой океанологии. Тезисы докладов. (Калининград, 14-18 сентября 1999 г.). М.: ВНИРО. 1999. 110 с.

18. Булли Л.И., Кожурин Е.А., Губанов Е.П. К оценке преднерестового состояния репродуктивной системы Азовского пиленгаса *Planiliza haematocheila* // Морские технологии: проблемы и решения. Керчь: КГМТУ. 2021. С. 175-177.
19. Булли Л.И., Куликова Н.И. Адаптивные возможности личинок пиленгаса *Liza haematocheila* (Mugilidae, Mugiliformes) при снижении солёности среды // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46. № 4. С. 525-535.
20. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: Руководство по изучению. Л.: Наука. 1985. 123 с.
21. Васильева Е.Д. Рыбы Чёрного моря // М.: ВНИРО. 2007. 237 с.
22. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А. Оценка концентрации медуз Чёрного моря, гребневиков и *Calanus* по подводным наблюдениям // Аргус. Океанология. Т. 22. № 3. 1982. С. 473-479.
23. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Булгакова Ю.В., Серобаба И.И. Выедание зоопланктона гребневиком мнemiопсиса и пелагическими рыбами в Чёрном море // Океанология. 1995. Т. 35. С. 569-573.
24. Виноградов М.Е., Шушкина Э.А., Мусаева Э.Н., Сорокин Ю.Н. Новый вселенец в Чёрное море – гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) (Stenophora: Lobata) // Океанология. 1989. Т. 29. № 2. С. 293-299.
25. Воловик С., Котенев Б., Микодина Е. Пиленгас – новый объект промысла // Рыбное хозяйство. 1998. № 5-6. С. 45-46.
26. Воловик С.Н., Луц Г.Н., Мирзоян З.А., Пряхин Ю.В., Рогов С.Ф., Ревина Н.И. Вселение гребневика мнemiопсиса в Азовское море. Предварительная оценка последствий // Рыбное хозяйство. 1991. № 1. С. 47-50.
27. Воловик С.П. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Чёрном морях: биология и последствия вселения // Ростов-на-Дону. 2000. 497 с.
28. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 5. // Азовское море. СПб.: Гидрометиздат. 1991а. 237 с.
29. Горгопа Ю.М. Влияние климатических факторов на крупномасштабную изменчивость элементов водного баланса, солёности и

отдельных компонентов биоресурсов Азовского и Чёрного морей // Труды АзНИИРХ. 1998. С. 23-30.

30. Гришин А.Н. Суточный режим и спектр питания гребневика *Mnemiopsis leidyi* в условиях Чёрного моря // Тр. ЮгНИРО. 1994. С. 45-47.

31. Гришин А.Н., Коваленко Л.А., Сороколит Л.К. Трофические отношения в планктонных сообществах Чёрного моря до и после появления гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) // Тр. ЮгНИРО. 1994. Т. 40. С. 38-44.

32. Губанов Е.П. Антропогенное и природное влияние на экологическую ситуацию в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство Украины. 2009. № 2-3 (61-62). С. 40-44.

33. Губанов Е.П. Состояние водных экосистем вызывает тревогу // Рыбное хозяйство Украины. 2007. № 6. С. 672-678.

34. Губанов Е.П. Состояние поселений устриц в северо-западной части Чёрного моря и причины их деградации // Материалы Всесоюзной конференции: Социально-экологические проблемы Чёрного моря. Ч. 1. Керчь: ЮгНИРО. 1991. С. 19-20.

35. Губанов Е.П. Состояние экосистемы и биоресурсы Чёрного моря // Сб. «Актуальные проблемы сохранения и восстановления биоресурсов морей и внутренних водоемов России». Мурманск: Изд-во ПИНРО. 2006. С. 116-124.

36. Губанов Е.П. Техногенное воздействие на экосистему Чёрного моря и его последствия // Рыбное хозяйство Украины. 2005. № 3-4 (38/39). С. 14-18.

37. Губанов Е.П., Панов Б.Н., Спиридонова О.Е., Архипов А.Г. Экология моря : учебное пособие. М.: «Моркнига». 2017. 275 с.

38. Губанов Е.П., Гетманенко В.А., Сизова В.А. Вселенцы Азовского и Чёрного морей: экспансия продолжается // Рыбное хозяйство Украины. 2009. № 1. С. 12-25.

39. Губанов Е.П., Иевлева М.Н. Нефтяное загрязнение Чёрного моря и его влияние на экосистему // Сб. Современные проблемы экологии АЧБ. Керчь: ЮгНИРО. 2006. С. 80-85.

40. Губанов Е.П., Серобаба И.И. Состояние экосистемы и рациональное использование живых ресурсов Азово-Черноморского бассейна // Рыбное хозяйство Украины. 2005. № 1 (36). С. 8-12.
41. Деньга Ю.М., Лисовский Р.И., Михайлов В.И. Нефтяное загрязнение в экосистемах Чёрного моря // Экологические проблемы Чёрного моря. Одесса: ЦНТПИОНЮА. 2003. С. 123-134.
42. Дирипаско О.А., Изергин Л.В., Демьяненко К.В. Рыбы Азовского моря. Бердянск: ООО НПК «Интер-М», 2011. 288 с.
43. Донец З.С., Шульман С.С. О методах исследования Mухosporidia (Protozoa, Cnidosporidia) // Паразитология. 1973. Т. 7, Вып. 2. С. 191-193.
44. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования // М.: Высш. Школа. 1960. 20 с.
45. Зайцев Ю.П., Старушенко Л.И. Пиленгас (*Mugil so-iuu* Basilewsky, 1855) – новая промысловая рыба в Чёрном и Азовском морях // Гидробиологический журнал. 1997. Т. 33. № 3. С. 29-37.
46. Заключительный отчет о выполнении научных исследований в рамках государственного задания на выполнение работ в 2018 г. / Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»). – Ростов-на-Дону, 2018. – 521 с. – Рег. № НИОКТР АААА-А18-118041790051-9. – Инв. № 9118-р.
47. Изергин Л.В., Гетманенко В.А., Губанов Е.П., Жирякова К.В., Недова С.И. Гребневик *Beroe ovata* Mayer, 1912 и его роль в стабилизации пелагического и донного сообществ Азовского моря // Рыбное хозяйство Украины. 2011. №3. С. 7-14.
48. Изергин Л.В., Губанов Е.П., Гетманенко В.А., Солод Р.А. Пиленгас Азовского моря: зарождение, расцвет, упадок. Рыбное хозяйство Украины. №5. 2013. С. 16-22.
49. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидроме-теоиздат. 1989. 528 с.
50. Ильин Ю. П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н.,

Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Чёрное море // МЧС и НАН Украины. Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Севастополь. 2012. 421 с.

51. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море // МЧС и НАН Украины. Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2009. 402 с.

52. Инструкция по сбору и обработке планктона // М.: ВНИРО. 1971. 82 с.

53. Казанский Б.Н. Биологическое обоснование акклиматизации пиленгаса (*Mugil soiy* Bas.) из залива Петра Великого (Южное Приморье) в Каспийское и Азовское моря // XI Науч. Конф. ДГУ. Тезисы докладов, ч. 2. Владивосток. 1966. С. 308-313.

54. Казанский Б.Н. Пелингас как перспективный объект для акклиматизации и лиманного рыбоводства в южных морях СССР // Перспективы развития рыбного хозяйства в Чёрном море. Одесса. 1971. С. 62-63.

55. Казанский Б.Н. Пиленгас – новый объект аквакультуры // Рыбное хозяйство, 1989. № 7. С. 67-70.

56. Казанский Б.Н., Старушенко Л.И. Акклиматизация пиленгаса в бассейне Черного моря // Биология моря. 1980. № 6. С. 46-50.

57. Казанский Б.Н., Старушенко Л.И. Результаты процесса акклиматизации кефали-пиленгаса в бассейне Чёрного моря // Биология проходных рыб Дальнего Востока. Межвузовский сборник. Владивосток: Дальневосточный ун-та. ДГУ. 1984. С. 86-94.

58. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизация водных организмов. М.: Пищ. Пром-сть. 1975. 432 с.

59. Кизер А.И. Биологическое обоснование и биотехника вселения в Азовское море пиленгаса // Рыбное хозяйство. Аквакультура. Информ. пакет. Аквакультура: проблемы и достижения. Вып. 4-5. М.: ВНИЭРХ. 1997. С. 33-36.

60. Кожурин Е.А. Влияние вселенца-пиленгаса на экосистему Азово-Черноморского бассейна // I научно-практическая конференция. «Пищевые технологии, исследования, инновации, маркетинг». Симферополь: Solo Rich. 2018b. С. 143-144.
61. 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. 2020а. № 3. С. 36-42.
62. Кожурин Е.А. Пиленгас: акклиматизация, биологический взрыв, депрессия и перспективы промысла. Рыбное хозяйство. 2018а. №1. С. 92-94.
63. 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.
64. Кожурин Е.А., Губанов Е.П., Панов Б.Н. Экологическое состояние Азово-Черноморского бассейна // Материалы II научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования» Симферополь: ИТ «Ариал». 2019. С. 56-62.
65. Кожурин Е.А., Губанов Е.П. Черноморская биота под антропогенным прессом: перспективы освоения и сохранения // Материалы II Национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования. Симферополь: ИТ «Ариал». 2019. С. 62-66.
66. Кожурин Е.А., Губанов Е.П., Панов Б.Н. Климатические тенденции изменения основных характеристики экосистем Азовского и Чёрного морей // Рыбное хозяйство. 2020b. № 5. С. 10-15.
67. 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. 2020с. Том 182. С. 7-26.
68. Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Бугаев Л.А., Сергеева С.Г., Ружинская Л.П., Кожурин Е.А., Цема Н.И., Махоткин М.А. Физиологические и генетические аспекты биологии пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) в Азово-Черноморском бассейне // Ростов-на-Дону. 2021. 210 с.

69. Кочергин А.Т., Жукова С.В., Малыгин Е.Ю. Межгодовая изменчивость солености и вертикальной термохалинной устойчивости в различных районах Азовского моря в летний период 1992-2016 гг. // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 11 (31). С. 63-68. doi: 10.33075/2220-5861-2018-1-63-68.

70. Краткая гидрологическая характеристика в районе строительства Керченского гидроузла. М.: Ин-та Гидропроект. 1973. 28 с.

71. Кулікова Н.И., Шекк П.В., Туркулова В.М., Булли Л.І. Патент 28426 Украина МПК⁶ АО1К. 61/00 Спосіб заводського розведення кефалі піленгасу/ заявитель и патентообладатель ЮгНИРО - № 97020525; заявл. 07.02.1997; опубл. 16.10.00. Бюл. №5. 2000.

72. Куликова Н.И. Роль температуры и солености в регуляции отдельных этапов оогенеза у кефали-пиленгаса *Mugil soiuu* Basilewsky, акклиматизированной в Азово-Черноморском бассейне // Восьмая Научная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб. Тезисы докладов. Петрозаводск. 1992. Т. 1. С. 178-179.

73. Куликова Н.И., Федулина В.Н., Шекк П.В. Повышение эффективности искусственного воспроизводства кефали пиленгаса путем управления сроками его размножения // Основные результаты комплексных исследований ЮгНИРО в Азово-черноморском бассейне и Мировом океане в 1992 г. Керчь: Труды ЮгНИРО. 1993. С. 89-92.

74. Куликова Н.И., Булли А.Ф., Гнатченко Л.Г., Писаревская И.И., Федулина В.Н., Булли Л.И. Физиологическое состояние производителей пиленгаса в период миграции через Керченский пролив // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане в 1995 г. Керчь: Труды ЮгНИРО. 1998. Т. 42. С. 210-217.

75. Куликова Н.И., Шекк П.В. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника // Керчь: ЮгНИРО. 1996. 27 с.

76. Кучерук Н.В., Востоков С.В. Роль вселенцев гребневиков (*Mnemiopsis* и *Beroe*) во взаимодействиях пелагических и бентических сообществ Чёрного моря // *Океанология*. Том 43. 2003. С. 156-159.
77. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Ледовая обстановка в Керченском проливе в текущем столетии. Ретроспективный анализ на основе спутниковых данных // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2017. Т. 14. № 2. С. 148-166.
78. Ломакин П.Д., Боровская Р.В. Характеристика современного состояния системы течений в Керченском проливе на базе спутниковых и контактных наблюдений // *Исследования Земли из Космоса*. 2006. № 6. С. 65-71.
79. Лоция Азовского моря (№1243) // ГУНиО МО. 1985. 160 с.
80. Луппова Н.Е. *Beroe ovata* Mayer, 1912. (*Ctenophora*, *Atentaculata*, *Beroidea*), в прибрежных водах северо-восточной части Чёрного моря // *Экология моря*. 2002. 59 с.
81. Майорова А.А. К методике определения возрастного состава уловов // *Тр. Азово-Черном. научно-рыбохоз. станции*. 1930. Вып. 6. С. 45-63.
82. Майский В.Н. К методике учета рыбных запасов в Азовском море // *Рыбное хозяйство*. 1939. № 3. С. 33-34.
83. Мальцев В.Н. Некоторые паразитологические аспекты интродукции дальневосточного пиленгаса (*Mugil soiuu*, Basilewsky) в Азово-Черноморском бассейне // *Тез. доклд. конф. мол. ученых «Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов»*. Владивосток: ТИНРО – центр. 1997. С. 49-51.
84. Мальцев В.Н. Паразитарные и инфекционные болезни дальневосточного пиленгаса в Азовском море // *Мат. Нац.-практ. Конф. Паразитологів (3-5 листопада 1999 р., Київ)*. К.: Вид-во нац. Аграр. Ун-ту. 1999. С. 104-107.
85. Мальцев В.Н., Ждамиров В.И. О паразитофауне пиленгаса (*Mugil soiuu*, Basilewsky) Керченского пролива // *Керчь: Труды ЮгНИРО*. 1996. Т. 42. С. 229-232.

86. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне // Сборник научно-методических работ. Краснодар: Просвещение-Юг. 2005. 252 с.

87. Микодина Е.В. Нерестовая популяция пиленгаса в период его натурализации в Азово-Черноморском бассейне // Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура. Информ. пакет. Аквакультура: проблемы и достижения. М.: ВНИЭРХ. 1994. Вып. 1. С. 2-9.

88. Мирзоян З.А. Изменение структуры и продуктивности сообщества зоопланктона при вселении гребневика / Гребневик *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) в Азовском и Чёрном морях: биология и последствия вселения // Ростов-на-Дону БКН. 2000. С. 89-207.

89. Моисеева Е.Б. О плодовитости и формировании расходного фонда половых клеток у кефали-пиленгаса *Mugilso-iuy* Basilewsky // Керчь: Труды ЮгНИРО. 1994. Т. 40. С. 91-94.

90. Надолинский В.П. Динамика распределения морских нерестилищ и адаптация пиленгаса к условиям размножения в Азовском море // Вопросы рыболовства. 2008. Т. 9. № 4 (36). С. 807-814.

91. Овчаренко Н.А., Сарабеев В.Л., Вита И., Чаплинска У. *Loma mugili* sp. n. – новая микроспоридия из жабр пиленгаса (*Mugil soiiuy*) // Вестник зоологии. 2000. 34 (4-5). С. 9-15.

92. Океанографическая энциклопедия. Л.: Гидрометеиздат. 1974. С. 584-586.

93. Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів. К.: ДУ «Держгідрографія». 2009. 356 с.

94. Отчет о научно-исследовательской работе в рамках исполнения государственного задания № 076-00005-19-00 на 2019 г. (итоговый отчет) / Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»). – Ростов-на-Дону, 2019. – 290 с. – Инв. № 9141-р.

95. Отчет о научно-исследовательской работе в рамках исполнения государственного задания № 076-00005-20-02 на 2020 г. (заключительный) / Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АзНИИРХ»). – Ростов-на-Дону, 2020. – 400 с. – Инв. № 9150-р.
96. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа. М.: ВНИРО. 2001. 250 с.
97. Плохинский Н.А. Биометрия // 2-е изд. М.: МГУ. 1970. 367 с.
98. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) // М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.
99. Промысловые рыбы России. В двух томах // под ред. Грищенко О.Ф., Котляра А.Н., Котенева Б.Н. М.: ВНИРО. 2006. 1280 с.
100. Пряхин Ю.В. Азово-черноморская популяция пиленгаса // Биология и медицинская наука. Наука Кубани. 2011а. №1. С. 4-16.
101. Пряхин Ю.В. Азовская популяция пиленгаса: вопросы биологии, поведение и организация рационального промысла // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Ростов-н/Д: АзНИИРХ. 2001. 24 с.
102. Пряхин Ю.В. Биология и промысел Азово-черноморской популяции пиленгаса в современный период // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2011б. №3. С. 58-61.
103. Пряхин Ю.В. Особенности учёта пиленгаса в Азовском море // Тезисы докладов VII Всероссийской конференции по проблемам промыслового прогнозирования. Мурманск: ПИНРО. 1998. С. 155-156.
104. Пряхин Ю.В. Промысловое освоение дальневосточной кефали пиленгаса в бассейне Азовского моря // VI Всероссийская конференция по проблемам промыслового прогнозирования. Тезисы докладов. Мурманск, 04.10-06.10.1995. Мурманск: ПИНРО. 1995. С. 122-123.
105. Пряхин Ю.В., Воловик С.П., Чепурная Т.А. Естественное воспроизводство и состояние производителей азовской популяции пиленгаса // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов

Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов (2000-2001 гг.). Ростов-н/Д.: АзНИИРХ. 2002. С. 316-321.

106. Расс Т.С. Ихтиофауна Чёрного моря и некоторые этапы её истории // Ихтиофауна севастопольских бухт в условиях антропогенного воздействия. К.: Наука думка. 1993. С. 6-16.

107. Рыжников А.И., Сверба В.А., Пенко А.М. О массовом заходе дальневосточной кефали-пиленгаса в оросительные каналы Крымского побережья Сиваша // Экосистемы морей России в условиях антропогенного пресса (включая промысел). Тезисы Всероссийской конференции. Астрахань. 1994. С. 323-324.

108. Сабодаш В.М., Семененко Л.И., Яновский Э.Г. О паразитарных заболеваниях пиленгаса в районах акклиматизации // 11 конф. Украинского общества паразитологов. Киев. 1993. С.135-136.

109. Сабодаш В.М., Семененко Л.И. Экология и интродукция дальневосточной кефали-пиленгаса *Mugilso-iyu* Basilewsky в водоемах Украины // Гидробиологический журнал. 1995. Т. 31. № 5. С. 38-45.

110. Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадии зрелости и изучение половых циклов рыб // Мурманск. 1968. 47 с.

111. Семененко Л.И. Опыт формирования маточного стада дальневосточного пиленгаса в Северном Приазовье // Рыбное хозяйство. - 1987 - № 3 - С. 31-34.

112. Семененко Л.И. Акклиматизация и рыбохозяйственное освоение пиленгаса // Рыбное хозяйство. Сер. Аквакультура: Информ. пакет. 1991. Вып. 2. 80 с.

113. Современное состояние промысловых рыб, беспозвоночных и водорослей Азово-Черноморского бассейна и прогноз их возможного вылова на 2005-2006 гг.: отчёт о НИР. Т. 1, № ГР 0199U001508 // Сост. В.А. Шляхов, А.Н. Михайлюк, А.К. Чашин, И.П. Кирносова, А.Н. Гришин, Н.М. Литвиненко, В.А. Брянцев, Э.Г. Яновский, Л.В. Изергин, Г.Ю. Толоконников. 2004. Керчь: ЮгНИРО. 81 с.

114. Современное состояние промысловых рыб, беспозвоночных и водорослей Азово-Черноморского бассейна и прогноз их возможного вылова на 2000-2001 годы: отчет о НИР. Т. 1. Тема 1.4.1, № ГР 0199U001508 // Сост. В.А. Шляхов, А.Н. Михайлюк, А.К. Чащин, И.П. Кирносова, А.Н. Гришин, Н.М. Литвиненко, В.А. Брянцев, Э.Г. Яновский, Л.В. Изергин, Г.Ю. Толоконников. Керчь: ЮгНИРО. 1999. 113 с.

115. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: Монография / Научный редактор Е.А. Позаченюк. Симферополь: Бизнес-Информ. 2009. 672 с.

116. Состояние биологических ресурсов Чёрного и Азовского морей / Справочное пособие под ред. Яковлева В.Н. Керчь: ЮгНИРО. 1995. 64 с.

117. Старушенко Л.И. Результаты акклиматизации дальневосточной кефали пиленгаса в Чёрном море // Рыбное хозяйство. 1977. № 1. С. 26-28.

118. Сыроватка Н.И., Низова Г.А. Формирование паразитофауны пиленгаса в водоемах Азовского бассейна // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов (1998-1999 гг.). АзНИИРХ. Ростов-на-Дону: БКИ. 2000. С.172-176.

119. Тевяшова О.Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах. Методическое руководство // Ростов-на-Дону: ФГУП «АзНИИРХ». 2009. 89 с.

120. Чесалин М.В., Зуев Г.В., Митяй И.С., Демченко В.А. Современное состояние и проблемы рыбохозяйственного использования Молочного лимана Азовского моря // Рыбное хозяйство Украины. 2002. № 1 (18). С. 5-8.

121. Чесалин М.В., Чесалина Т.Л. Размерно-возрастная и половая изменчивость пластических признаков пиленгаса *Mugil so-iuu* в Азовском море // Проблемы сохранения экосистем и рационального использования биоресурсов Азово-Черноморского бассейна. Материалы Международной научной конф. Ростов-на-Дону. 2001. С. 198-200.

122. Чесалина Т.Л. О нересте пиленгаса *Mugil so-iuu* в Чёрном море // Вопросы ихтиологии. 1997. Т. 37. № 5. С. 717-718.

123. Чесалина Т.Л., Чесалин М.В. Особенности нереста, распределения икры и предличинок пиленгаса (*Mugilso-iuу Basileusky*) в Молочном лимане (Азовское море) весной 1999 г. // Экология моря. 2001. Вып. 58. С. 60-63.
124. Чечун Т.Я. Питание пиленгаса в Керченском проливе и Азовском море // Гидробиологический журнал. 2002. Т. 38. № 3. С. 45-51.
125. Чечун Т.Я. Питание пиленгаса *Mugil soiуу* (Mugilidae) в Азово-Черноморском бассейне // Вопросы ихтиологии. 2003. Т. 43. № 4. С. 521-527.
126. Шляхов В.А. Методика прогнозирования величины запаса и общего допустимого улова пиленгаса (*Mugil soiуу Basilevsky*) в Азовском море // Труды ЮгНИРО. 1998. Т. 44. С. 12-16.
127. Шляхов В.А., Михайлюк А.Н. Лимиты важнейших промысловых рыб Чёрного и Азовского морей в 2007-2010 гг. и проблемы их освоения // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології. Тези IV Міжнародної іхтіологічн. Наук.-практичн. Конф. Одеса. 07.09-11.09.2011 г. Одеса: Фенікс. 2011. С. 272-275.
128. Шляхов В.А., Шляхова О.В., Пятинский М.М. Методы оценки запасов морских биоресурсов, используемые в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2014-2017 гг., и особенности их применения для оценки рекомендованных объемов вылова // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2018. Вып. 1. С. 12-27.
129. Шляхов В.А., Шляхова О.В., Пятинский М.М., Надолинский В.П., Карнаухов Г.И., Каширин А.В. Методы оценки запасов водных биоресурсов, используемые в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2019 г., и краткие результаты их применения // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2019. Вып. 4. С. 43-76.
130. Шнюков Е.Ф., Орловский Р.Н., Усенко В.П., Григорьев А.В., Гордиевич В.А. Геология Азовского моря. К.: Наукова думка. 1974. 248 с.
131. Юрахно В.М. Паразиты пиленгаса *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) (Actinopterygii: Mugilidae) в нативном ареале и местах вселения // Российский журнал биологических инвазий. 2020. Т. 13. № 2. С. 120-130.

132. Юрахно В.М. Паразиты пиленгаса *Planiliza haematocheila* // Школа по теоретической и морской паразитологии: тез. докл. VII Всерос. конф. с междунар. участием, 9–14 сентября 2019, г. Севастополь / ред.: К.В. Галактионов. Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ. 2019. С. 102.

133. Юрахно В.М. Условно-патогенные микропаразиты морских рыб Понто-Азовского бассейна // Современная паразитология – основные тренды и вызовы. Мат. VI Съезда Паразитологического общества: Международ. конф. (15 – 19 октября 2018 г., Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург). Ред. К.В. Галактионов, С.Г. Медведев, А.Ю. Рысс, Ф.О. Фролов. Санкт-Петербург: «Лема». 2018. С. 268.

134. Юрахно В.М. Болезни черноморских и азовских рыб, вызываемые микроспоридиями (Мухозоа: Мухоспореа) // Экология моря. 2009. Т. 77. С. 33-37.

135. Яновский Э.Г., Изергин Л.В. О формировании промысловой популяции пиленгаса в бассейне Азовского моря // Труды ЮгНИРО. 1998. Т. 44. С. 17-21.

136. Яновский Э.Г., Изергин Л.В. Формирование промысловой популяции пиленгаса // Рыбное хозяйство. 1995. № 4. С. 42-43.

137. Besprozvannykh V.V., Atopkin D.M., Ermolenko A.V., Nikitenko A.Yu. Restoration of the genus *Parasaccocoelium* Zhukov, 1971 (Digenea: Naploporidae) and a description of two new species from mugilid fish in the Far East of Russia // Journal of Helminthology. 2014. 89(05). P. 1-12. DOI:10.1017/S0022149X14000443

138. Besprozvannykh V.V., Atopkin D.M., Ermolenko A.V., Beloded A.Yu. Morphometric and molecular analyses of *Skrjabinolecithum pyriforme* n. sp. (Digenea: Naploporidae) in mullet fish from the Primorsky Region, Russia // Journal of Helminthology. 2017. 91(5). P. 625-632. doi: 10.1017/S0022149X16000626

139. Bulli L.I., Kulikova N.I. Adaptive capacity of larvae of the haarder *Liza haematocheila* (Mugilidae, Mugiliformes) under decreasing salinity of the environment // J. of Ichthyology. 2006. Vol. 46. № 7. P. 534-544.

140. Darby C.D., Flatman S. Virtual population analysis: version 3.1 (Windows/DOS) user guide // Inf. Techn. Ser. MAFF Direct. Fish. Res. Lowestoft (1). 1994. 85 p.
141. Froese R., Pauly D. Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org version (06/2021).
142. Gislason H., Daan N., Rice J.C., Pope J.G. Size, growth, temperature, and the natural mortality of marine fish // Fish and Fisheries. 2010. Vol. 11. P. 149-158.
143. Goubanov E.P. Ecological problems of the Black Sea // Proceedings Book. Workshop Clean Black Sea Working Group. Bulgarian Academy of Sciences. Varna. 2005. P. 81-86.
144. Harbison G.R., Volovik S.P. Methods for the control of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black and Azov seas // FAO Fisheries Report. Rome. 1993. № 495. P. 32-44.
145. Hillary R. An introduction to FLR fisheries simulation tools // Aquatic Living Resources. 2009. Vol. 22. № 2. P. 225-232.
146. Jones R. The use of length composition data in fish stock assessments // FAO Fish. Circ. 1981. № 734. 55 p.
147. Kell L.T., Mosqueira I., Grosjean P., Fromentin J-M., Garcia D., Hillary R., Jardim E., Mardle S., Pastoors M.A., Poos J.J., Scott F., Scott R.D. FLR: an open-source framework for the evaluation and development of management strategies // ICES Journal of Marine Science. 2007. Vol. 64. № 4. P. 640-646.
148. Koutrakis E.Th., Economidis P.S. First record in the Mediterranean (North Aegean sea, Greece) to the Pacific mullet (*Mugil soiuy*) Basilewsky, 1855 (Mugilidae) // Cybium. 2000. 24 (3). P. 299-302.
149. Kostadinova A. A checklist of macroparasites of *Liza haematocheila* (Temminck & Schlegel) (Teleostei: Mugilidae) // Parasites & Vectors. 2008. 1:48. P. 1-7.
150. Lebedeva L., Shushkina E. The model investigation of the Black Sea community changes caused by *Mnemiopsis* // Oceanology. 1994. T. 34. P. 79.

151. Liu S., Peng W., Gao P., Fu M., Wu H., Lu M., Gao J., Xiao J. Digenean parasites of Chinese marine fishes: a list of species, hosts and geographical distribution. *Systematic Parasitology*. 2010. 75(1). P. 1-52.
152. Mohn R. The retrospective problem in sequential population analysis: An investigation using cod fishery and simulated data // *ICES Journal of Marine Science*. 1999. Vol. 56. № 4. P. 473-488.
153. Özdamar E., Samsun O., Kihara K., Sakuramoto K. Stock assessment of whiting, *Merlangius merlangus euxinus* along the Turkish coast of Black Sea // *Journal of the Tokyo University of Fisheries*. 1996. Vol. 82. № 2. P. 135-149.
154. Patterson K. Fisheries for small pelagic species: an empirical approach to management targets // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 1992. № 2. P. 321-338.
155. Pletnev S., Goncharuk V., Kolesnikov M., Syroeshkin A. The Global Novel Transboundary Source of Coastal Ecosystems Pollution and Methods of Monitoring and Minimization of Damage to Human Health of the Sea Megapolises // *Proceedings Book. Workshop Clean Black Sea Working Group. Bulgarian Academy of Sciences. Varna. 2005. P. 45-46.*
156. Poulin R., Paterson R.A., Townsend C.R., Tompkins D.M., Kelly D.W. Biological invasions and the dynamics of endemic diseases in freshwater ecosystems // *Freshwater Biology*. 2011. Vol. 56. № 4. P. 676-688.
157. Poulin R., Mouillot D. Host introductions and the geography of parasite taxonomic diversity // *Journal of Biogeography*. 2003. 30. P. 837-845.
158. Sarabeev V. Mortality of juvenile so-iuy mullet, *Liza haematocheilus* (Teleostei, Mugilidae), in the Sea of Azov associated with metacercaria (Digenea). *Vestnik zoologii*. 2015a. Vol. 49. № 6. P. 537-550.
159. Sarabeev V. Helminth species richness of introduced and native grey mullets (Teleostei: Mugilidae) // *Parasitology International*. 2015b. № 64. P. 6-17.
160. Sarabeev V., Rubtsova N., Yang T., Balbuena J.A. Taxonomic revision of the Atlantic and Pacific species of *Ligophorus* (Monogenea, Dactylogyridae) from mullets (Teleostei, Mugilidae) with the proposal of a new genus and description of four new species // *Vestnik zoologii*. 2013. № 28. 112 c.

161. Shepherd J.G. Extended Survivors Analysis: an improved method for the analysis of catch-at-age data and abundance indices // ICES Journal of Marine Science 1999. 56(5). P. 584-591.
162. Shushkina E.A., Musaeva E.I., Anokhina L.L. The role of the gelatinous macroplankton Jellyfish Aurelia and invading Ctenophores Mnemiopsis and Beroe in the plankton communities // Oceanology. 2000. T. 40. № 6. P. 859.
163. Starushenko L.I., Kazansky A.B. Introduction of mullet haarder (*Mugil so-iuy* Basilewsky) into the Black Sea and the Sea of Azov // Studies and Review. General Fisheries Council for the Mediterranean. Rome: FAO. 1996. № 67. 29 p.
164. Tkach Ie.V., Sarabeev V.L., Shvetsova L.S. Taxonomic status of *Neoechinorhynchus agilis* (Acanthocephala, Neoechinorhynchidae), with a description of two new species of the genus from the Atlantic and Pacific mullets (Teleostei, Mugilidae) // Vestnik zoologii. 2014. 48(4). P. 291-306.
165. Torchin M.E., Lafferty K.D., Dobson A.P., McKenzie V.J., Kuris A.M. Introduced species and their missing parasites // Nature. 2003. 421. P. 628-630.
166. Turan, C., Caliskan, M., Kucuktas, H. Phylogenetic relationships of nine mullet species (Mugilidae) in the Mediterranean Sea. Hydrobiologia. 2005. 532. P. 45-51. doi: 10.1007/s10750-004-8772-5
167. WoRMS Editorial Board. World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. 2021. Accessed 2021-03-03. doi:10.14284/170
168. Yurakhno V.M. Parasites of the So-Iuy Mullet *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845) (Actinopterygii: Mugilidae) in the Native Range and Places of Introduction // Russian Journal of Biological Invasions. 2020. Vol. 11. iss. 3. P. 283-292. DOI: 10.1134/S2075111720030133
169. Yurakhno V.M., Ovcharenko M.O. Study of Myxosporidia (Myxozoa), infecting worldwide mullets with description of a new species // Parasitology Research. 2014. 113. P. 3661-3674.
170. Zheng C.W. Cultivation and propagation of mullet (*Mugil so-iuy*) in China // Naga. 1987. V. 10. № 3. P. 10-18.

**ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
АЗОВОСКОГО МОРЯ**

Таблица А.1 – Внутригодовое распределение повторяемости (%) скорости ветра (м/с) на береговых ГМС

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Опасное, 1945-2011 гг.													
0	8,2	7,9	6,4	6,9	6,8	6,5	6,0	6,5	7,4	7,2	8,5	8,8	7,3
1 - 5	50,5	52,1	52,8	58,4	62,3	65,4	65,4	61,1	59,0	55,0	50,0	49,5	56,8
6 - 10	32,6	31,7	33,3	31,1	28,2	26,4	26,0	30,0	29,7	31,6	33,6	33,9	30,7
11 - 15	6,8	6,3	5,4	3,0	2,2	1,5	2,3	2,2	3,6	5,2	6,0	6,1	4,2
16 - 20	1,9	2,0	2,0	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,4	1,0	1,9	1,6	1,1
> 20	0,1	0,1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1

Таблица А.2 – Внутригодовое распределение повторяемости (%) градаций высот волн (м) на береговых ГМС (Ильин и др., 2009; 2012)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Заветное, 1950-2011 гг.													
0	4,5	4,3	4,4	7,3	9,5	9,2	8,7	9,2	9,9	8,4	5,0	4,5	7,5
0,01-0,25	31,8	33,0	33,2	38,6	44,2	49,9	49,7	44,7	41,6	41,4	35,8	32,1	40,9
0,26-0,74	39,4	37,6	38,6	41,2	37,9	35,6	34,9	34,9	34,2	32,1	34,6	36,7	36,4
0,75-1,25	16,0	15,6	14,5	9,7	6,7	4,5	5,5	8,7	11,5	12,6	15,8	18,2	10,7
1,26-2,00	7,1	8,5	6,7	2,6	1,6	0,8	1,2	2,5	2,8	5,3	7,9	6,9	3,9
2,10-3,50	1,2	0,8	2,2	0,5	0,1	0	0	0	0,1	0,3	0,9	1,3	0,5
> 3,50	0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0,3	0,1
Максимальные наблюдаемые высоты волн (м)	5,5	5,0	4,5	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	4,0	3,0	3,5	4,0	5,5
Опасное, 1955-2002 гг.													
0,00-0,25	49,9	49,2	48,6	54,4	53,8	55,2	54,2	49,3	48,0	47,7	47,3	48,7	50,9
0,26-0,74	41,5	44,0	43,9	44,2	43,2	43,8	42,7	47,0	46,0	44,8	43,8	42,5	44,0
0,75-1,25	7,2	6,8	5,8	2,9	2,5	1,0	3,0	3,6	5,6	7,0	7,3	6,9	4,4
1,26-2,00	1,4	0,0	1,7	0,8	0,5	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	1,7	2,0	0,7
2,10-3,50	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Максимальные наблюдаемые высоты волн (м)	1,6	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	1,3	1,8	1,8	1,5	1,8	1,9	2,0

Таблица А.3 – Среднемесячные, годовые, минимальные и максимальные значения температуры воздуха (°С) на береговых ГМС (Ильин и др., 2009; 2012)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Заветное, 1950-2011 гг.													
Среднее	0,8	1,0	3,8	9,7	15,5	20,8	24,0	23,4	18,4	12,6	7,2	3,7	11,7
Абс. минимум	-21	-23	-12	-3	5	9	15	11	3	-2	-11	-14	-23
Абс. максимум	15,0	14,5	19,9	22,1	28,7	34,3	33,2	34,7	29,6	26,5	21,5	15,4	34,7
Опасное, 1956-2007 гг.													
Среднее	0,3	0,2	3,3	9,6	15,6	20,6	23,6	23,3	18,3	12,5	6,9	3,0	11,4
Абс. минимум	-21	-20	-15	-4	2	5	10	11	4	-3	-10	-13	-21
Абс. максимум	15	14	18	23	29	35	35	36	31	27	20	16	36

Таблица А.4 – Среднемесячные, годовые, минимальные и максимальные значения температуры воды (°С) на береговых ГМС (Ильин и др., 2009; 2012)

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Заветное, 1950-2011 гг.,													
Среднее	3,4	2,8	4,5	9,8	15,5	20,2	23,5	23,8	19,8	14,7	9,3	5,7	12,7
Абс. минимум	-1,0	-1,1	-1,2	0,3	0,3	9,4	10,2	12,1	10,8	4,3	-0,9	-1,7	-1,7
Абс. максимум	11,9	10,2	12,0	19,3	24,2	29,0	30,4	30,9	27,3	27,2	18,7	12,6	30,9
Опасное, 1949-2007 гг.													
Среднее	2,0	1,2	2,9	8,5	15,5	21,3	24,3	24,2	20,2	14,5	8,8	4,6	12,3
Абс. минимум	-1,0	-1,0	-0,8	-0,4	4,5	15,2	17,2	17,7	13,3	4,9	-0,8	-1,0	-1,0
Абс. максимум	10,1	8,5	10,3	16,4	26,7	28,3	29,8	28,8	27,6	22,7	16,5	13,1	29,8
Мысовое, 1926-2007 гг.,													
Среднее	1,4	1,0	2,7	8,0	15,6	21,4	24,3	24,2	20,3	14,6	8,8	3,9	12,2
Абс. минимум	-1,0	-1,1	-0,9	-0,4	4,9	14,4	18,9	18,6	11,6	5,7	-0,7	-0,8	-1,1
Абс. максимум	8,4	11,9	10,4	16,9	24,1	27,8	30,0	29,7	27,5	23,0	19,0	11,1	30,0

Таблица А.5 – Средние и экстремальные характеристики ледового режима по данным береговых ГМС (Ильин и др., 2009; 2012)

Характеристика	Первое ледообразование	Начало образования устойчивого припая	Максимальная толщина льда (см)	Окончательное разрушение припая	Окончательное очищение	Продолжительность ледового периода
Опасное, 1944-2012 гг. (68 сезонов)						
Средняя	14,01	18,01		28,02	06,03	51
Ранняя (мин.)	20,11	17,12		26,01	06,01	1
Поздняя (макс.)	02,03	16,02	70	03,04	28,04	152
Мысовое, 1926-2008 гг. (76 сезона)						
Средняя	11,01	15,01		27,02	22,03	68
Ранняя (мин.)	28,11	10,12		13,12	23,01	1
Поздняя (макс.)	07,03	26,02	56	06,04	07,05	160

Примечание: * – средняя дата не рассчитывается, если явление наблюдается менее 10 раз *) не определялась

Таблица А.6 – Среднемесячные, годовые, минимальные и максимальные значения солёности воды (‰) на береговых ГМС

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Опасное, 1957-2011 гг.													
Среднее	13,0	12,7	12,7	12,6	12,3	12,5	12,7	12,7	12,9	13,2	13,4	13,3	12,8
Минимум	10,8	9,7	9,9	10,2	10,4	10,3	10,3	10,3	10,6	10,9	10,8	10,9	10,8
Максимум	15,4	15,8	14,7	15,1	14,6	15,3	15,8	14,8	14,9	15,5	15,5	15,7	14,8
Мысовое, 1952-2017 гг.													
Среднее	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,7	11,8	11,8	11,6	11,6
Минимум	8,6	9,0	8,9	8,8	8,6	8,0	8,0	8,4	8,3	8,1	7,7	8,3	8,5
Максимум	13,7	13,8	13,7	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,8	14,0	13,8	13,8	13,6

Таблица А.7 – Показатели динамики вод Керченского пролива при различных ветровых ситуациях (Альтман, 1980)

Показатель	Характер течения		
	Азовское (ветер северной четверти)	Черноморское (ветер южной четверти)	Смешанное (ветер переменный)
Повторяемость в год	около 58%	около 42%	менее 1%
Продолжительность (max)	300 часов	200 часов	6-10 часов
Продолжительность (среднеголетняя)	208 суток	135 суток	22 суток
Продолжительность (среднемесячная)	18 суток	11 суток	2 суток
Максимальная скорость (в узких частях пролива)	0,7-0,8 м/с	0,7-0,8 м/с	0,4-0,5 м/с
Максимальная скорость (на широких участках)	0,4-0,5 м/с	0,4-0,5 м/с	0,1-0,3 м/с

**РАЗМЕРНО-МАССОВЫЙ СОСТАВ ПИЛЕНГАСА
В АЗОВСКОМ МОРЕ
В 1992 – 2020 гг.**

Таблица Б.1. Среднегодовой размерный состав уловов пиленгаса в период начального освоения, %

Длина, см	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	Средняя: 1992-1996 гг.
14,1-16	-	-	0,2	-	-	0,04
16,1-18	-	-	0,2	-	-	0,04
18,1-20	-	-	-	-	-	-
20,1-22	0,1	-	0,9	0,1	-	0,22
22,1-24	-	0,1	0,3	0,1	-	0,10
24,1-26	1,2	-	0,9	0,3	-	0,48
26,1-28	4,7	0,4	1,0	0,4	0,1	1,32
28,1-30	9,6	0,4	0,5	1,3	0,4	2,44
30,1-32	6,1	1,8	2,6	1,6	0,7	2,56
32,1-34	6,9	1,8	1,0	1,6	1,6	2,58
34,1-36	14,7	4,2	2,9	2,0	1,6	5,08
36,1-38	19,1	6,6	3,0	2,0	4,0	6,94
38,1-40	15,9	12,7	2,8	2,9	5,6	7,98
40,1-42	11,5	13,8	4,3	4,7	8,1	8,48
42,1-44	5,3	16,0	8,2	7,6	10,2	9,46
44,1-46	3,7	14,0	9,1	9,7	13,2	9,94
46,1-48	0,9	11,8	12,4	9,4	12,7	9,44
48,1-50	0,2	9,7	10,8	9,9	11,4	8,40
50,1-52	-	4,0	10,8	7,8	10,8	6,68
52,1-54	-	1,9	10,2	8,8	5,8	5,34
54,1-56	-	0,4	8,1	7,3	4,3	4,02
56,1-58	-	-	3,2	6,7	3,0	2,58
58,1-60	-	0,1	3,1	5,4	3,0	2,32
60,1-62	-	-	2,0	4,8	2,3	1,82
62,1-64	-	-	1,1	3,2	0,6	0,98
64,1-66	-	0,1	0,1	1,5	0,3	0,40
66,1-68	-	0,1	0,2	0,8	0,2	0,26
68,1-70	-	-	0,1	0,1	0,1	0,06
70,1-72	-	0,1	-	-	-	0,02

Таблица Б.2. Среднегодовой размерный состав уловов пиленгаса в период промысла кольцевыми и кошельковыми неводами, %

Длина, см	Год																Средн. 1997- 2012
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
14,1-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	0,04
16,1-18	-	-	-	-	-	2,5	0,1	0,8	-	1,1	-	1,9	-	-	-	-	0,40
18,1-20	-	-	-	-	-	0,3	0,1	1,1	-	1,6	-	3,4	-	-	-	-	0,41
20,1-22	-	-	-	-	-	0,3	0,1	1,5	0,1	2,4	-	4,5	-	-	-	-	0,56
22,1-24	-	0,3	0,1	0,1	-	0,7	0,5	2,6	0,2	3,4	0,1	3,3	0,1	-	-	-	0,71
24,1-26	-	-	0,2	0,4	0,1	1,4	1,1	3,5	0,3	2,7	0,1	0,6	0,9	-	-	-	0,71
26,1-28	-	-	0,3	0,5	0,2	4,8	2,5	9,2	0,6	1,5	0,2	0,4	1,1	0,1	-	-	1,34
28,1-30	0,1	-	0,8	0,9	0,8	8,7	4,5	6,8	1,3	1,8	0,8	0,8	2,8	0,1	-	-	1,89
30,1-32	0,4	-	1,2	2,7	1,7	7,7	6,4	4,8	2,3	2,0	0,7	1,5	2,7	0,3	-	-	2,15
32,1-34	0,5	1,3	1,5	4,2	3,4	6,5	8,8	4,1	3,4	2,0	1,7	1,5	2,3	0,9	-	-	2,63
34,1-36	0,7	1,4	3,9	14	3,4	5,3	6,8	5,3	5,7	3,0	3,1	3	2,4	2,1	0,4	0,5	3,81
36,1-38	3,6	4,7	4,9	13,4	1,9	3,7	7,7	5,1	7,9	4,3	4,6	3,6	3,7	7,9	1,2	0,5	4,92
38,1-40	5,1	4,7	9,0	9,5	3,0	4,7	10,0	7,4	8,7	7,8	9,7	8,6	7,2	12,5	4,8	2,7	7,21
40,1-42	10,2	6,8	8,5	8,5	4,2	6,2	12,6	9,1	14,8	7,2	12,3	11,8	8,1	12,8	7,5	6,5	9,19
42,1-44	9,3	8,2	6,4	6,5	5,7	7,3	8,0	7,5	15,8	11,5	17,7	11,0	10,6	14,4	18,6	11,5	10,63
44,1-46	8,5	8,3	6,1	8,8	7,1	6,5	5,8	10,0	14,7	12,2	15,8	12,6	13,3	15,4	15,3	11,8	10,76
46,1-48	11,8	9,0	9,3	8,1	7,9	5,0	5,6	8,3	10,3	11,1	12,5	10,9	11,5	12,0	15,2	16,2	10,29
48,1-50	10,5	11,3	9,2	4,2	14,1	6,6	4,8	3,9	5,1	9,7	10,1	8,6	11,0	8,4	10,4	10,1	8,63
50,1-52	10,2	10,4	10,3	6,4	10,3	3,4	4,7	4,2	3,1	6,3	4,8	5,6	6,9	3,3	8,3	8,3	6,66
52,1-54	8,2	6,9	7,8	3,0	10,0	3,4	3,0	2,2	2,2	4,2	3,1	3,5	6,5	3,3	6,9	8,2	5,15
54,1-56	5,4	7,6	6,6	5,0	5,7	4,1	2,0	1,2	1,5	2,2	1,9	1,1	3,8	2,1	5,6	5,0	3,80
56,1-58	5,8	6,6	6,3	2,0	4,7	3,9	1,4	0,6	0,8	1,2	0,4	0,7	2,0	2,2	2,9	6,0	2,97
58,1-60	4,0	4,5	3,9	0,8	4,1	3,1	1,1	0,5	0,5	0,4	0,1	0,2	1,0	1,3	1,3	4,7	1,97
60,1-62	2,8	3,1	2,2	0,6	6,3	1,7	1,0	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	1,1	0,5	0,5	4,4	1,58
62,1-64	1,8	1,3	0,9	0,2	3,2	1,4	0,6	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,3	0,7	1,8	0,83
64,1-66	0,7	1,4	0,4	0,2	1,3	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	-	-	0,2	0,1	0,2	0,9	0,41

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
66,1-68	0,3	0,6	0,1	-	0,6	0,2	0,2	-	0,1	-	0,1		0,1	-	0,1	-	0,15
68,1-70	0,1	0,9	0,1	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,10
70,1-72	-	0,6	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,11
72,1-74	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01

Таблица Б.3. Среднегодовой размерный состав уловов пиленгаса в период промысла стационарными орудиями лова

Длина, см	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средн. 1992-1996
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14,1-16	5,0	3,5	13,1	0,3	-	-	0,3	0,1	2,79
16,1-18	7,2	7,8	5,6	1,3	-	-	0,3	0,1	2,78
18,1-20	7,9	1,4	2,8	5,1	-	-	0,2	0,1	2,19
20,1-22	3,6	2,8	1,2	8,1	-	-	0,2	0,1	2,00
22,1-24	3,6	0,7	-	2,2	0,9	0,1	1,2	0,7	1,17
24,1-26	-	1,4	-	7,5	5,4	-	1,2	0,6	2,01
26,1-28	-	4,3	4,0	10,6	6,8	-	1,9	1,6	3,65
28,1-30	1,4	5,0	6,7	15,7	9,1	0,6	1,9	2,3	5,35
30,1-32	-	7,1	7,9	14,0	7,5	0,6	1,0	3,0	5,15
32,1-34	1,4	7,1	5,6	8,3	4,1	0,8	0,7	3,6	3,96
34,1-36	-	7,8	2,0	4,3	6,4	6,0	1,4	6,1	4,26
36,1-38	-	2,1	4,8	0,6	6,3	8,7	1,9	10,8	4,41
38,1-40	1,4	2,8	5,6	0,6	4,2	20,6	6,7	10,1	6,50
40,1-42	-	1,4	6,7	1,4	4,4	22,0	7,7	10,0	6,69
42,1-44	0,7	2,1	10,3	1,4	5,5	11,3	8,3	7,8	5,92
44,1-46	0,7	2,1	7,1	2,8	5,9	11,0	10,5	7,2	5,92
46,1-48	4,3	0,7	1,2	5,3	10,6	5,9	10,2	7,0	5,65
48,1-50	5,0	2,8	3,2	5,1	10,9	2,5	9,8	7,1	5,81
50,1-52	10,1	5,0	3,6	2,2	4,0	2,0	11,6	5,6	5,50

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
52,1-54	7,9	1,4	1,2	0,4	1,8	1,5	5,6	5,1	3,12
54,1-56	6,5	3,5	2,0	0,7	2,1	3,2	5,9	6,0	3,74
56,1-58	7,9	5,0	-	1,0	2,3	1,3	3,0	1,9	2,79
58,1-60	8,6	7,8	1,6		0,9	1,3	2,0	2,5	3,09
60,1-62	9,4	2,8	0,8	0,6	0,0	0,2	1,9	0,4	2,02
62,1-64	2,2	5,7	2,0	0,3	0,0	0,2	0,7	0,1	1,39
64,1-66	2,9	4,3	1,2	-	0,9	-	1,5	0,2	1,36
66,1-68	2,2	1,4		0,3	-	-	1,5	-	0,67
68,1-70	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,03
70,1-72	-	-	-	-	-	-	0,8	-	0,09
<i>N</i> , экз.	139	141	252	719	271	450	429	698	387
<i>Ср.</i> , см	44,5	40,9	35,2	32,2	39,7	42,3	46,5	43,0	40,5

Таблица Б.4. Среднегодовой весовой состав пиленгаса в уловах в период промысла стационарными орудиями лова

Длина, см	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
14,1-16	0,071	0,049	0,075	0,060	-	-	0,040	0,038
16,1-18	0,126	0,087	0,114	0,095	-	-	0,100	0,035
18,1-20	0,141	0,110	0,138	0,120	-	-	0,090	0,090
20,1-22	0,212	0,138	0,163	0,153	-	-	0,135	0,135
22,1-24	0,254	0,250	-	0,199	0,210	0,324	0,205	0,178
24,1-26	-	0,170	-	0,238	0,250	-	0,238	0,238
26,1-28	-	0,196	0,319	0,302	0,285	-	0,291	0,299
28,1-30	0,240	0,250	0,457	0,362	0,340	0,342	0,343	0,310
30,1-32	-	0,250	0,520	0,450	0,449	0,494	0,410	0,410
32,1-34	0,280	0,298	0,589	0,527	0,552	0,482	0,452	0,488
34,1-36	-	0,500	0,728	0,689	0,668	0,611	0,681	0,628
36,1-38	-	0,743	0,940	0,832	0,732	0,671	0,840	0,726

Продолжение таблицы Б.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
38,1-40	1,300	0,913	1,059	1,015	0,872	0,837	0,879	0,931
40,1-42	-	1,065	1,196	1,202	1,097	0,935	1,037	1,095
42,1-44	1,200	1,167	1,500	1,320	1,239	1,108	1,201	1,206
44,1-46	1,400	1,267	1,699	1,445	1,369	1,182	1,354	1,420
46,1-48	1,747	1,300	1,783	1,629	1,611	1,412	1,550	1,700
48,1-50	2,453	2,050	2,119	1,955	2,013	1,608	1,828	1,935
50,1-52	2,344	2,114	2,281	2,090	2,230	1,700	2,048	2,240
52,1-54	2,510	2,700	2,737	2,381	2,356	2,096	2,235	2,356
54,1-56	2,811	2,860	3,098	2,607	2,589	2,097	2,384	2,514
56,1-58	2,686	3,193	-	2,761	3,070	2,125	2,824	3,325
58,1-60	3,354	3,445	3,810	-	3,350	2,863	2,946	3,428
60,1-62	3,745	3,295	4,160	4,360	-	2,310	3,302	3,600
62,1-64	4,053	3,930	4,138	5,500	-	2,435	3,664	3,900
64,1-66	3,943	4,883	5,067	-	4,380	-	3,726	4,460
66,1-68	4,553	5,750	-	5,100	-	-	4,447	-
68,1-70	-	-	-	-	-	-	5,000	6,750
70,1-72	-	-	-	-	-	-	5,328	-
$W_{cp.}, \text{ кг}$	2,053	1,571	1,114	0,695	1,160	1,073	1,672	1,391