

УДК 639.2:551.583

*Б.Н. Котенев, А.С. Кровнин, В.В. Масленников, Н.В. Мордасова,
Г.П. Мурый*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫБОЛОВСТВА В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
и океанографии, vvmaslen@vniro.ru

*B.N. Kotenev, A.S. Krovnin, V.V. Maslennikov, N.V. Mordasova,
G.P. Moury*

DEVELOPMENT PROSPECTS OF WORLD FISHERIES IN RELATION TO CLIMATE CHANGE

В данной обзорной статье обсуждаются современные уровни уловов в Мировом океане по промысловым районам ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН). На основе анализа изменений наиболее крупных запасов водных биоресурсов под влиянием изменений климата в 2020-е и 2030-е годы оцениваются вероятные изменения уловов в наиболее продуктивных промысловых районах в Тихом и Атлантическом океанах, а также в Южном океане. Весьма вероятно, что уровень мировых уловов увеличится в 2020 г. до 90 млн т, а в 2030 г. при формировании сардинных эпох в Тихом океане он должен возрасти до 95 млн т.

Ключевые слова: уловы, водные биоресурсы, промысловые районы ФАО, глобально-региональные изменения климата.

This review paper investigates current amount of commercial catch in the World Ocean in FAO fishing areas and evaluates possible changes in catch in the most productive regions of Atlantic, Pacific as well as Southern Oceans. The assessment is based on analysis of fluctuations of the most valuable stocks and assumed cooling of climate by 2020 and 2030. The total world catch is forecasted to increase to 90 billion metric tons, and under condition of sardine regime in the Pacific Ocean the total catch will raise to 95 million metric tons.

Keywords: catches, marine biological resources, FAO fishing areas, global and regional climate change.

1. Введение

По мнению специалистов ФАО, потепление климата, продолжающееся с 1970 г. и в последние годы сопровождавшееся возрастанием количества экстремальных гидрометеорологических явлений, является угрозой для устойчивости рыболовства и развития аквакультуры. Однако, как показывает динамика мировых уловов по основным промысловым районам ФАО (рис. 1), серьезного отрицательного воздействия климата на нее пока нет, в продуктивных районах Северного полушария [14, 20, 24, 29] они остаются на уровне предельно высоких величин, когда-либо отмечавшихся ранее.

Аналогичная ситуация сохраняется в Индийском океане (районы 51 и 57). В высокопродуктивном районе юго-восточной части Тихого океана (ЮВТО) (87)

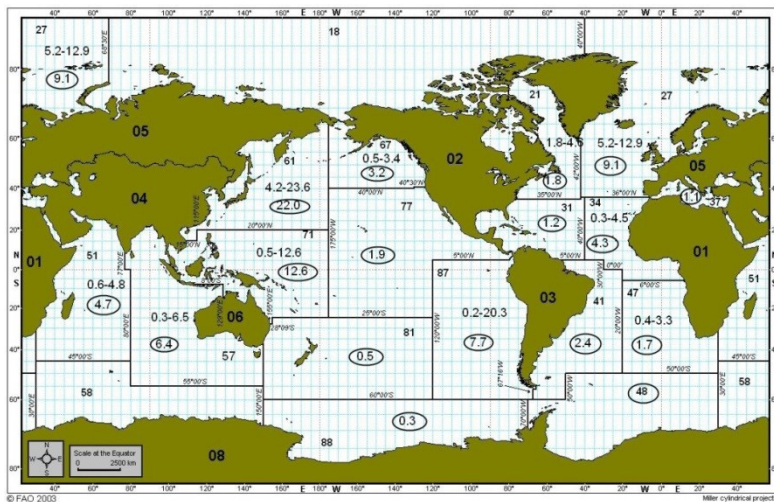


Рис. 1. Распределение мирового улова по районам ФАО (1950–2015 гг.) (без водорослей и продуктов водных животных).
Общий улов в 2015 г. в районе дан в овале (в млн т),
выше него – диапазон изменения уловов с 1950 по 2015 г.

нынешнее снижение уловов – до 7,7 млн т, связанное с динамикой явлений Эль-Ниньо – Южного колебания (ЭНЮК), повторяет снижение уловов перуанского анчоуса в 1970-х годах, за которым последовал его рост, что обеспечило вместе с высокими уловами других рыб вылов 20 млн т. В районах Юго-Восточной Атлантики (ЮВА) (47), Северо-Западной Атлантики (СЗА) (21), Юго-Западной Атлантики (ЮЗА) (41) двукратное снижение уловов наступило после климатического сдвига 1988–1989 гг. и с тех пор остается на этом низком уровне на протяжении 27 лет, то есть оно не связано с сильным современным потеплением. Все это позволяет говорить об устойчивости рыболовства на протяжении почти 30 лет (рис. 2) и об узком диапазоне изменения уловов в этот период от 78 до 85 млн т. Рост рыбной продукции происходил в этот период за счет аквакультуры, продукция которой в ближайшие годы сравняется с уловами промышленного рыболовства. График мировых уловов (см. рис. 2) показывает, что с 1950-х годов до 1988 г. шел их непрерывный рост с 20 до 78–85 млн т, связанный с усилением интенсивности промысла и, по нашему мнению, не связанный с интенсивным глобальным потеплением в XX в.

В настоящее время Российская Федерация занимает шестое место в мире с общим уловом 4,5 млн т (табл. 1), в то время как в конце 1980-х годов по уловам СССР был на первом месте [10]. Такое падение уловов связано со снижением промысловых мощностей в связи с потерей части флота в начале 1990-х годов и соответствующим его уходом из большинства районов мирового промысла. Оставшийся флот работает в основном в пределах своих вод, в конвенционных районах Северной Атлантики и на основе соглашений только в ИЭЗ Марокко и Мавритании.

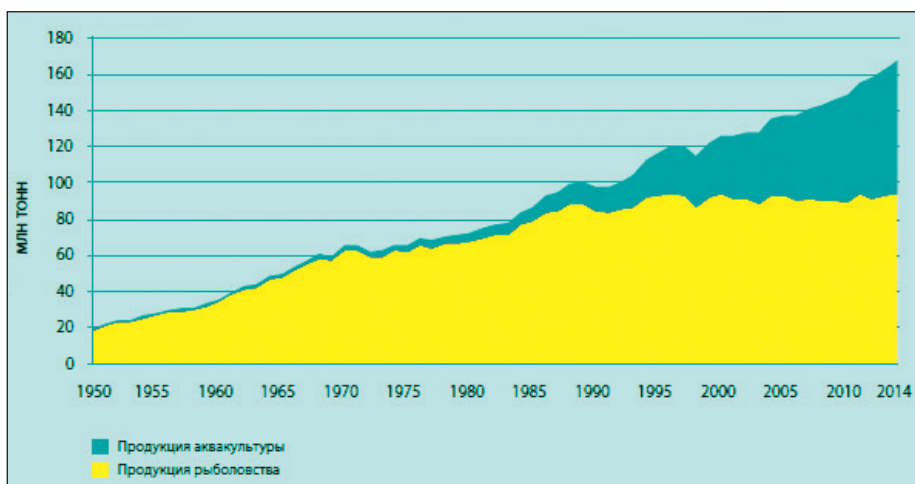


Рис. 2. Мировой объем ежегодной продукции промышленного рыболовства и аквакультуры (в млн т) [15]

Таблица 1

Вылов 10 ведущих стран в тоннах
(без водорослей и продуктов водных животных) по данным ФАО

№	Страна	2015 г.	%
1	Китай	17 591 299	19,0
2	Индонезия	6 485 320	7,0
3	США	5 038 791	5,4
4	Индия	4 843 388	5,2
5	Перу	4 824 050	5,2
6	Российская Федерация	4 457 138	4,8
7	Япония	3 460 168	3,7
8	Вьетнам	2 757 314	3,0
9	Норвегия	2 293 698	2,5
10	Филиппины	2 151 502	2,3
Всего		53 902 668	58,1

Очевидно, что потепление и экстремальные явления последних десятилетий пока еще не оказали существенного воздействия на устойчивость рыболовства. Насколько оправданы эти опасения ФАО в ближайшие десятилетия? Для этого необходимо рассмотреть, какие изменения климата произойдут в 2020–2030-е годы в основных продуктивных районах ФАО в Северном и Южном полушариях, и оценить возможные изменения состояния биоресурсов вод под влиянием нового климатического режима.

2. Современные представления об естественных изменениях климата

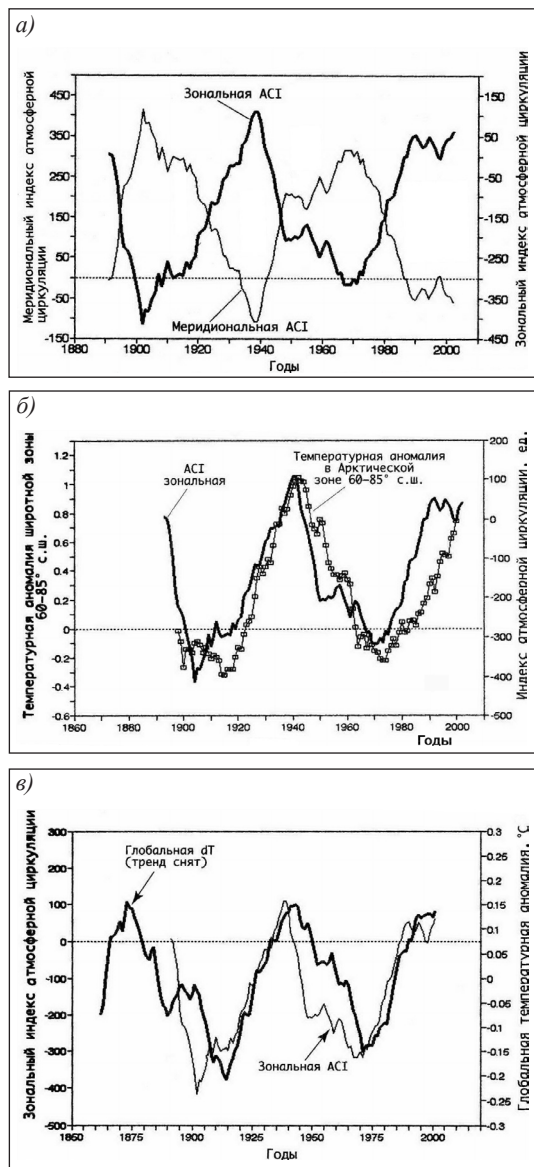


Рис. 3. а – Динамика меридиональной и зональной АСИ, 1891–2000 гг.;
 б – сравнительная динамика зональной АСИ и арктической dT , 1891–2000 гг.;
 в – сравнительная динамика глобальной dT со снятым трендом и зональной АСИ, 1861–2000 гг. [5]

Как известно, на протяжении последних 150 лет в глобальной температуре воздуха хорошо выражены положительный линейный тренд и 60-летний цикл, вклад которых в дисперсию колебаний температуры соответственно составляет 64 и 12 %. Кроме того, многие исследователи [5, 8, 9, 16, 20] выделили долговременные изменения в различных характеристиках климата с 60–70-летней периодичностью. Отметим, что тренд в колебаниях запасов массовых гидробионтов в различных районах Мирового океана практически не проявляется. В то же время 60–70-летние циклы часто являются доминирующими в изменениях численности и биомассы, прежде всего, таких объектов промысла, как тихоокеанские лососи, сардины, анчоусы. О наличии колебаний схожего масштаба свидетельствуют также результаты анализа данных по атлантической треске и сельди.

Л.Б. Кляшторин и А.А. Любушин [5] путем анализа изменений глобальных климатических индексов (аномалий температуры приземного воздуха, показателей зональной и меридиональной циркуляции атмосферы, известных как индексы Вангенгейма–Гирса) за последние 110 лет (рис. 3) установили, что колебания индекса зональной и меридиональной циркуляции (Atmospheric Circulation Index – ACI) происходят с 60-летней циклическостью (рис. 3, а). Характерно, что зональная АСИ хорошо коррелирует с аномалиями температуры воздуха (dT) в зоне 60–85° с. ш. (рис. 3, б), а также с глобальной аномалией

температуры (рис. 3, в). На этой основе составлена схема чередования теплых и холодных эпох за период с 1880 по 2020 г., где после 2010 г. указано наступление новой холодной эпохи.

Эти эпохи хорошо выделяются по изменениям температуры атлантической воды в слое 0–200 м на Кольском разрезе в Баренцевом море (рис. 4). Предсказанное авторами [20] похолодание Баренцева моря началось не после 2010 г., а весной 2017 г., то есть через 29 лет после 1988 г. Таким образом, 30-летние периоды похолодания и потепления сохраняются (рис. 4, б).

Аналогичная периодичность изменения климата характерна для Северного Ледовитого океана [16]. В пределах Южного полушария, в частности в Южном океане, также выявлена 60-летняя изменчивость климатических эпох двух типов: зонально-волновой и зонально-симметричной [8].

Они составляют временную структуру долгопериодных климатических колебаний. Эти две долговременные климатические эпохи характеризуются набором противоположных условий, формирующих поля атмосферного давления, ветра, температуры воздуха и воды. Эпоха зонально-симметричного типа атмосферной циркуляции существовала до 1978–1981 гг. (с 1949–1950 гг. по имеющимся данным). Характеризовалась она ослаблением контраста между поясами высокого

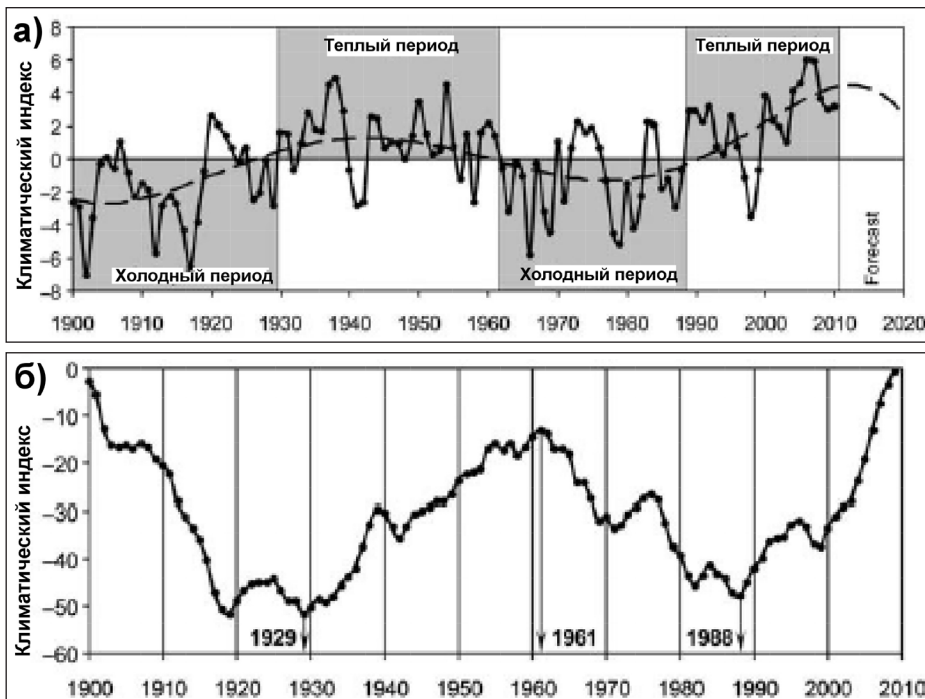


Рис. 4. а – климатический индекс для Баренцева моря 1900–2009 гг. (сплошная линия), его полиномиальное приближение шестой степени (пунктирная линия) и прогноз до 2020 г.; б – кумулятивная кривая Баренцева моря, где 1929, 1961 и 1988 гг. являются годами перехода от холодного к теплым периодам и наоборот [20]

(субтропики – умеренные широты) и низкого (антарктический пояс) давления, что сопровождалось ослаблением стоячей волны колебаний, минимальной ее амплитудой, усилением зонального переноса, ослаблением меридиональных воздействий. После 1978–1981 гг. наступила эпоха зонально-волновая, увеличился контраст между отмеченными выше климатическими поясами, амплитуда стоячей волны также возросла, усилился воздухо- и водообмен, а с ними и изменчивость температуры воздуха и воды.

В настоящее время есть явные показатели смены существовавшей после 1978–1981 гг. эпохи. По нашим предположениям, новая эпоха началась приблизительно после 2007 г., когда система вступила в очередную эпоху превалирования повышенных величин индекса ЮК, сопровождающегося снижением вероятности развития теплой фазы колебаний (Эль-Ниньо) и, напротив, ростом вероятности развития их холодной фазы (Ла-Нинья).

На графике, показывающем ход изменений средней летней (декабрь–февраль для Южного полушария) величины индекса (рис. 5, *a*), виден этот период на фоне многолетнего хода. Эта эпоха уже проявила себя формированием двух очень сильных явлений Ла-Нинья (на уровне исторически самых сильных). При этом нужно помнить, что для каждого из периодов характерны некие рецидивы, то есть неизбежные естественные нарушения в свойственном данной фазе ходе индекса. Это случилось, например, в 2015–2016 гг., когда наблюдалось очередное событие Эль-Ниньо. Оно, конечно, сказалось на деталях состояния антарктической системы, но, вопреки ожиданиям, не сильно. Это можно отнести к явным серьезным нарушениям в общей глобальной системе атмосферной циркуляции.

Впервые влияние Эль-Ниньо не привело к росту поверхностной температуры воды в восточной части тихоокеанского сектора. Более того, температура там понизилась (рис. 6). Реакция на это довольно интенсивное событие Эль-Ниньо в планетарном масштабе была, как обычно, заметна. Необычность же ее заключается в том, что направлена она в большей степени на Северное полушарие. В Тихом океане наблюдалось сильное повышение температуры воды. Это же произошло и в Арктическом бассейне. А вот в южном направлении наблюдалось некое «затишье», вектор влияния Эль-Ниньо направлен на север. Создается впечатление, что на современном этапе антарктический климатический пояс имеет превалирующее влияние на все Южное полушарие. Это может быть связано с нарушениями в системе глобальных климатических ячеек Хэдли, Феррела и Полярной.

Примерно к этому же периоду, то есть после 2007 г., можно отнести начало тенденции к постепенному снижению индекса антарктического колебания (АКК) (рис. 5, *б*), что демонстрирует завершение «эпохи контрастов» и переход к более спокойной эпохе, характеризующейся повышенной изолированностью, зональностью и общим похолоданием в антарктическом поясе. Можно полагать, что заканчивается длительный период высоких значений индекса АКК, характеризовавших высокий контраст атмосферного давления между антарктическим поясом (низкого давления) и поясом умеренных широт (высокого давления). Общее похолодание в антарктическом поясе уже заметно по исторически максимальному распространению льда, отмеченному в 2014 г. – 20 млн км².

Подтверждением наших выводов стали сведения американского климатолога Б. Тисдейла [31], который привел график межгодовых изменений средней температуры поверхности Южного океана (рис. 5, в).

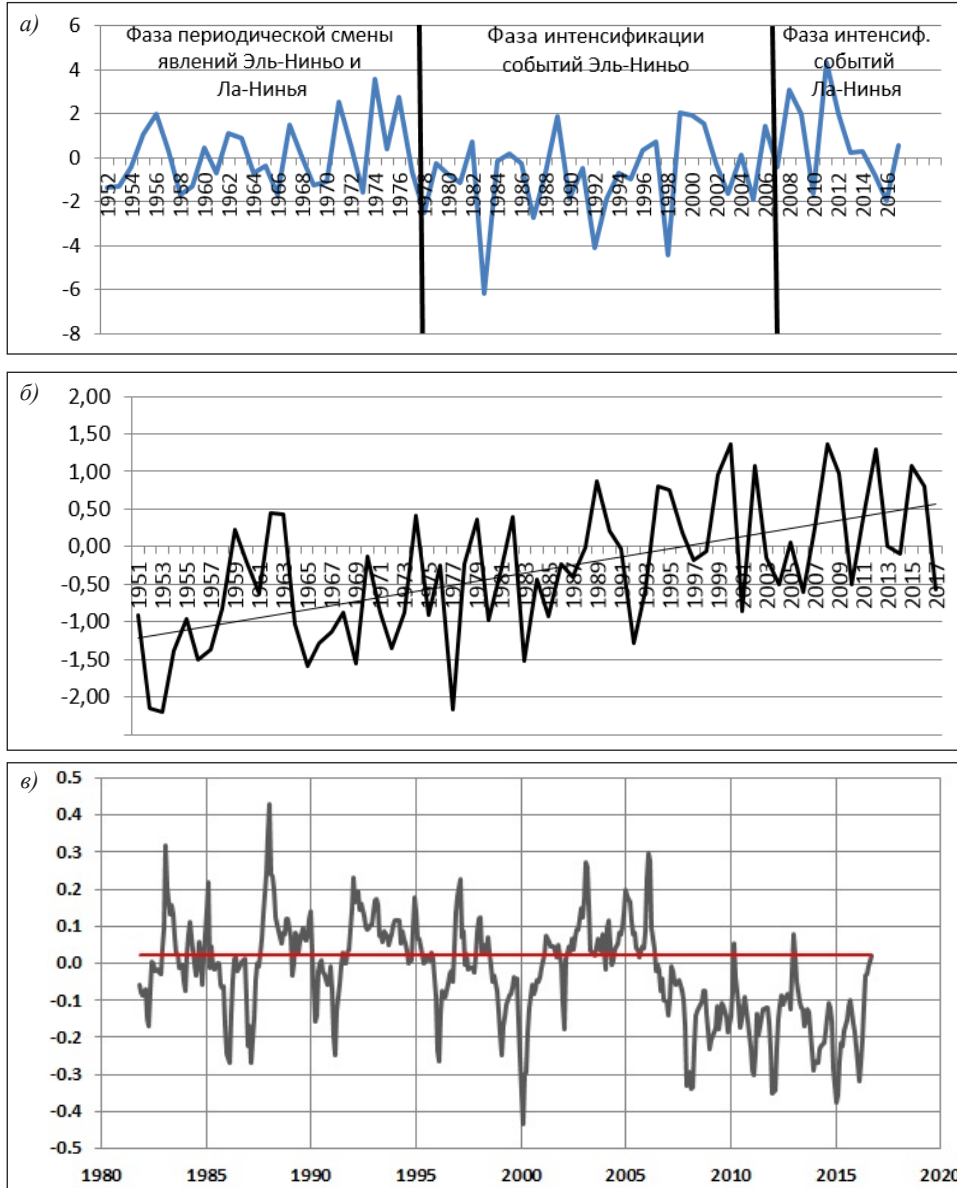


Рис. 5. а – ход летнего индекса ЮОК (1952–2017 гг.); б – ход летнего индекса АКК (1951–2017 гг.); в – график изменений средней поверхностной температуры Южного океана [31]

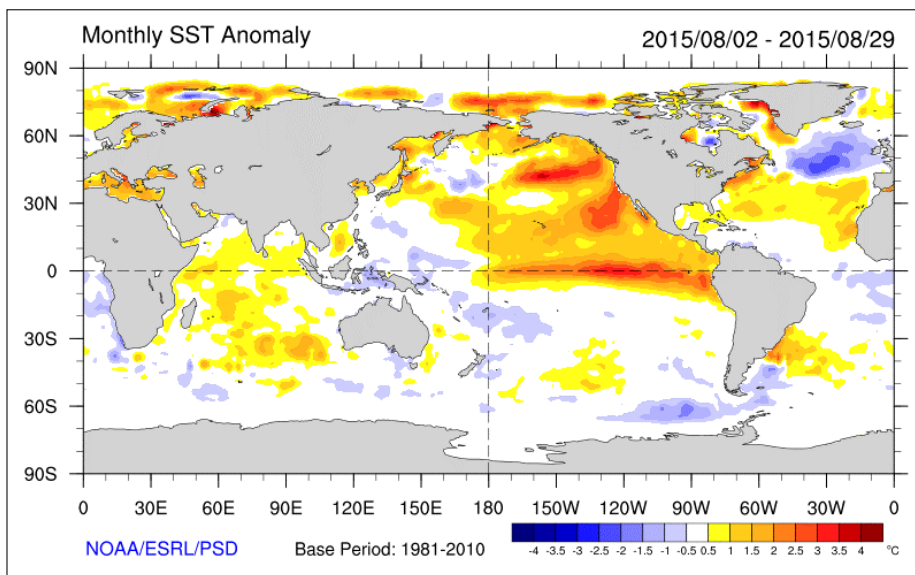


Рис. 6. Распределение температуры воды в августе 2015 г.
Начало события Эль-Ниньо 2015–2016 гг. (www.esrl.noaa.gov)

3. Ожидаемые долговременные изменения крупнейших запасов водных биоресурсов под влиянием климата в основных промысловых районах ФАО в 2020–2030-е годы

В связи с ожидаемым относительным похолоданием в 2020–2030-х годах в пределах Северного и Южного полушарий рассмотрим на основе ранее установленных корреляционных связей [5, 7, 8, 11, 17, 19, 23, 25, 27] между долговременными изменениями климата и состоянием популяций некоторых видов гидробионтов будущее состояние сырьевой базы мирового рыболовства.

3.1. Ожидаемые изменения запасов и уловов рыб в Тихом океане

В Северной Пацифике (61, 67 районы), где в последнее 30-летие ежегодно добывается 30 % рыбы от всего мирового улова – от 25 до 28 млн т (в 2015 г. – 25,2 млн т), основу уловов составляют мелкие пелагические рыбы (анчоус, сардина, сайра, ставрида, скумбрия, сельдь), тихоокеанские лососи, демерсальные виды: минтай, треска, пикша, хек, палтусы, камбалы, крупные пелагические рыбы (тунцы), головоногие моллюски, другие беспозвоночные (крабы, креветки).

К видам, запасы которых испытывают долговременные колебания в наибольшей степени, относятся сардина, анчоус, сельдь, минтай, треска, палтусы, камбалы, тихоокеанские лососи, головоногие моллюски.

Как показано в работе Л.Б. Кляшторина и А.А. Любушина [5], для таких массовых популяций рыб Тихого океана, как минтай, тихоокеанские лососи, сардина, чилийская ставрида, рост их уловов связан с усилением зональной циркуляции, которая обуславливается, в свою очередь, усилением интенсивности Алеутского

минимума и субтропического антициклона и их взаимодействием. Одновременно океанический индекс тихоокеанской декадной осцилляции (ТДО) находится в позитивной фазе (рис. 7). В связи с предполагаемым наступлением эпохи относительного похолодания в 2020-е и 2030-е годы, когда будут наблюдаться отрицательные фазы Западно-Тихоокеанского колебания дальней связи (ЗТ) и ТДО, произойдет существенное снижение уловов тихоокеанских лососей (до 0,5 млн т). Для южных запасов лосося это прослеживается последнее десятилетие.

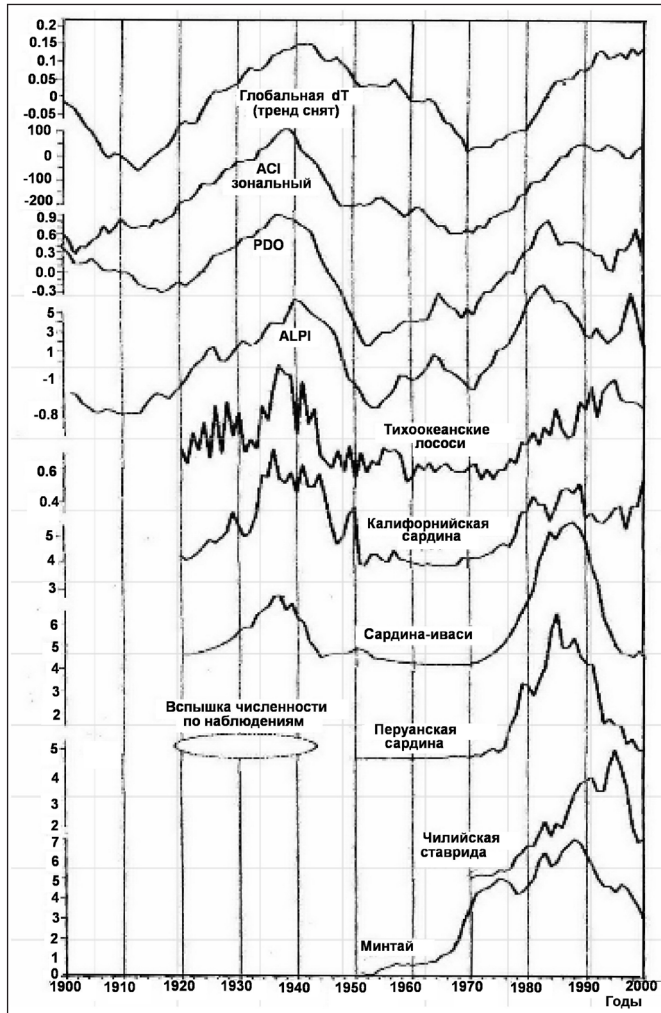


Рис. 7. Сравнительная динамика климатических индексов и уловов главных промысловых видов Тихоокеанского региона. PDO – индекс тихоокеанского декадного колебания, ALPI – индекс Алеутского минимума атмосферного давления, АСИ – индекс зональной атмосферной циркуляции [5]

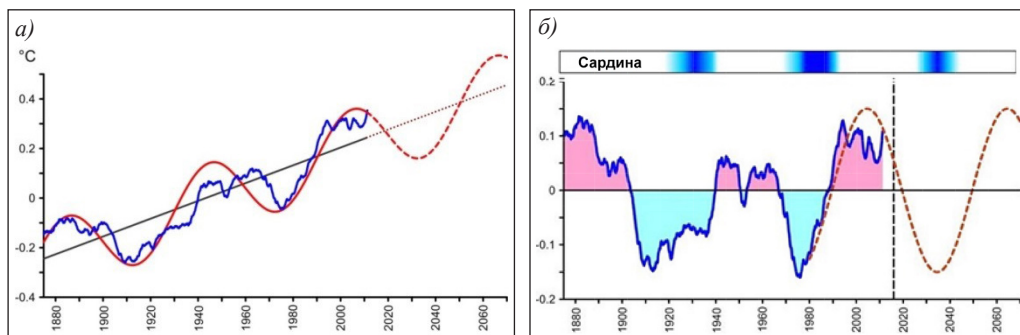


Рис. 8. Изменения среднемесячных аномалий температуры поверхности океана (АТПО) (°C) в Северной Пацифике, сглаженных 121-месячным скользящим осреднением по данным с января 1864 г. по май 2016 г.: *a* – фактические данные, *б* – после удаления линейного тренда и прогноз до 2030–2060 гг. [1]

В отличие от лососей, рост запасов которых происходит в конечную фазу потепления, рост запаса сардины-иваси происходит в начальную фазу потепления. Так, в последнюю сардинную эпоху ее урожайные поколения были зафиксированы в период с 1972 по 1987 г. Резкая смена на неурожайные поколения сардины-иваси наступила в 1988–1991 гг., когда наблюдался быстрый рост уловов дальневосточных лососей. Как показано в работе О.А. Булатова и др. [1], следующая сардинная эпоха начнется в конце 2020-х годов и начале 2030-х годов (рис. 8).

В последнюю сардинную эпоху биомасса сардины в Тихом океане достигала 20 млн т [1], а максимальный улов в 1985 г. составил 5 млн т. Естественно, в 2030-е годы такие уровни уловов покроют в Северо-Западной части Тихого океана (СЗТО) любые снижения уловов других видов.

По величине уловов минтай в 2014 г. был на первом месте, так как обеспечивал вылов 3,2 млн т, на втором месте – перуанский анчоус с уловом 3,14 млн т. В динамике самых крупных запасов минтая имеются заметные различия [7]. Так, восточно-берингоморский запас имел наибольшую биомассу – 10–12 млн т – с 1980 по 2003 г. Значительно меньше – 6–8 млн т – в 1960-е и 1970-е годы, а также в 2004–2010 гг. В последние годы на долю минтая в северо-восточной части Тихого океана (СВТО) приходится 40 % общего улова. В годы высокой биомассы это было связано с частыми урожайными поколениями начиная с 1977 г., когда было зафиксировано сверхурожайное поколение этого и других запасов минтая.

Западно-берингоморский минтай в 1960–1980-е годы имел запас 2–4 млн т, наиболее урожайные поколения были в 1973–1986 гг. Затем запасы, биомасса и урожайность резко снизились в 1990-е и 2000-е годы, новые урожайные поколения стали появляться с 2005 г.

Западно-камчатский запас имел высокую биомассу – 7–8 млн т – и частые урожайные поколения в 1980–1990-е годы, затем произошел спад биомассы в 1996–2000 гг. до 2 млн т, но с 2004 г. вновь стали появляться урожайные поколения и начался новый рост запаса. Для этого запаса, как и для восточно-берингоморского, было характерно снижение биомассы в 1970-е годы до 4 млн т.

Снижение урожайности минтая в СЗТО после резкого потепления зимой и весной в 1988–1989 гг. указывает на то, что похолодание в 2020-е и 2030-е годы будет способствовать росту этих запасов. Скорее всего, это связано с тем, что кормовая база в эпоху похолодания в СЗТО резко улучшается, что способствует хорошему нагулу и воспроизводству, а условия обитания в районе нереста отличаются не столь значительно. Учитывая, что биомасса западно-камчатского минтая меняется в 2–4 раза, можно ожидать, что в 2020-е годы будет рост уловов в СЗТО. У восточно-берингоморского минтая при похолодании, как это было в 1960–1970-е годы, биомасса будет на среднем уровне или ниже 6 млн т. Но промысел здесь сильно зарегулирован, и поэтому улов, скорее всего, сохранится на современном уровне.

Следовательно, в целом для Северной Пацифики уловы минтая, скорее всего, возрастут с 3,2 до 4–4,5 млн т в 2020-е и 2030-е гг.

Тихоокеанские морские сельди (после сардины-иваси, анчоуса, ставриды, скумбрии и тихоокеанских лососей) также характеризуются крупнейшими запасами. По их динамике выделяются три группы, имеющие различную долговременность эпох с высокой численностью [11]. Для самой крупной популяции южной группы сахалино-хоккайдской сельди в 1875–1935 гг. была характерна 60-летняя эпоха высокой численности и уловов. Уловы этой сельди в основном были выше 0,6 млн т и часто достигали 0,7–0,8 млн т, в отдельные годы 1 млн т. Полагают, что эта эпоха связана с вековыми минимумами солнечной активности [11]. В этой связи можно предполагать, что в 2020-е и 2030-е годы, когда наступит очередной вековой минимум солнечной активности, этот запас вновь увеличится и будет очередной длительная эпоха его высокой численности и уловов.

В отличие от южной группы, для северной группы морских сельдей (охотская, гижигинско-камчатская, корфо-карагинская, анадырская) характерны короткопериодные, близкие к 5–10-летним, чередования поколений повышенной и пониженной численности, которые сопровождаются частой изменчивостью размерно-возрастной структуры.

Для охотской популяции характерны 20-летние колебания ее биомассы [14]. Так, в период 1968–1977 гг. ее уловы достигали 400 тыс. т. В эпоху депрессии в 1978–1994 гг. уловы снизились до 20–150 тыс. т. Новая эпоха роста запаса была в 1995–2010 гг. В безледные теплые 2000-е годы было пять урожайных поколений, а в 2010-е годы – четыре (2014–2017 гг.). Подтвердилась закономерность: в четные десятилетия более часты урожайные поколения, тогда как в нечетные количество неурожайных поколений возрастает [11]. В этой связи можно ожидать, что в 2020-е годы для охотской популяции будут более частыми урожайные поколения. Во всяком случае с 2019 по 2022 г. запас будет увеличиваться за счет поколений 2014–2017 гг. В 2030-е годы, когда ожидается сильное похолодание СЗТО, вероятно, будут преобладать неурожайные поколения.

В восточной группе популяций морских сельдей в пределах СВТО наиболее крупной является восточно-берингоморская мегапопуляция с рядом субпопуляций. Для нее характерны противофазные колебания уловов и урожайности поколений по сравнению с охотской сельдью. Так, наиболее урожайные ее поколения были в 1977–1997 гг. [22]. Более мелкие популяции сельдей характерны для СВТО

в заливе Аляска и южнее. Восточно-берингоморская популяция в условиях похолодания будет характеризоваться бедными и среднеурожайными поколениями.

Таким образом, из популяций массовых сильно флуктуирующих видов в Северной Пацифике ожидается рост запасов минтая, обитающих в СЗТО от западной части Берингова моря до Японского моря, включая восточные и западные (у берегов Кореи) популяции. Это даст в 2020-е и 2030-е годы прибавку в его уловах не менее 1,0–1,5 млн т. Запасы минтая в СВТО сохранятся на среднем уровне – около 6,0 млн т или ниже – до 4 млн т. Однако современный уровень уловов минтая в СВТО, скорее всего, сохранится.

Запасы тихоокеанских лососей будут на низком уровне в связи с зимним похолоданием и поздней холодной весной. Их уловы снизятся до 0,5 млн т. Очередная сардинная эпоха в СЗТО, скорее всего, сформируется в 2030-е годы, что может обеспечить в эти годы ее уловы на уровне 3–5 млн т, в том числе уловы отечественного флота могут возрасти до 1 млн т. Следовательно, в целом экспертно уловы в Северной Пацифике в 2020-е и 2030-е годы могут возрасти до 30–32 млн т.

Центрально-западная часть Тихого океана (ЦЗТО – 71 район) – одна из наиболее продуктивных. С 1950-х годов здесь наблюдается непрерывный рост уловов, и в 2015 г. они достигли 12,6 млн т. Основными видами являются тунцы и тунцовые виды, доля вылова которых достигла 26 % (ФАО, 2016). В число основных видов входят также сардинелла и анчоус. Этот район уже обеспечивает около 15 % мирового объема продукции рыболовства. Скорее всего, при ожидаемом относительном похолодании в 2020-е и 2030-е годы биопродуктивность вод района возрастет, поэтому тренд на увеличение уловов в эти годы сохранится. Учитывая тренд роста уловов в 2000-е годы, уже к 2020 г. они должны возрасти до 15 млн т. Если этот тренд сохранится, то уже к 2025 г. уловы возрастут до 18 млн т. Следовательно, по уровню уловов он почти сравняется с СЗТО (в 2015 г. – 22 млн т) и в сумме в 2025 г. эти два района будут обеспечивать почти 50 % мирового улова, несмотря на его рост.

Юго-восточная часть Тихого океана (ЮВТО – 87 район) (см. рис. 1) также является высокопродуктивным районом Мирового океана, благодаря его прибрежным и океаническим апвеллингам, а также поступлению в его пределы субантарктических вод, богатых биогенными элементами. Однако для него характерна большая долговременная изменчивость уловов под влиянием явлений ЭНЮК (см. рис. 5, а).

Основу уловов составляет перуанский анчоус, а также сардина, ставрида. В последние годы растет вылов гигантского кальмара (Гумбольта) (рис. 9).

Для отечественного рыболовства наибольший интерес представляет популяция океанической южно-тихоокеанской ставриды, обитающей и воспроизводящейся в обширной зоне между 35 и 52° ю. ш. (так называемый «ставридный пояс»). Он был открыт, изучен и освоен советским поисковым, научным и промысловым флотом в конце 1970-х годов. Годовые уловы промысловых судов СССР достигали 1,3 млн т. По данным экспедиций биомасса этой популяции оценивалась в 20 млн т и более. Это было связано с частыми урожайными поколениями этой ставриды под влиянием высокой интенсивности явлений Эль-Ниньо в период с 1977 по 1998 г. (см. рис. 5, а). В начале 2000-х годов их интенсивность ослабла,

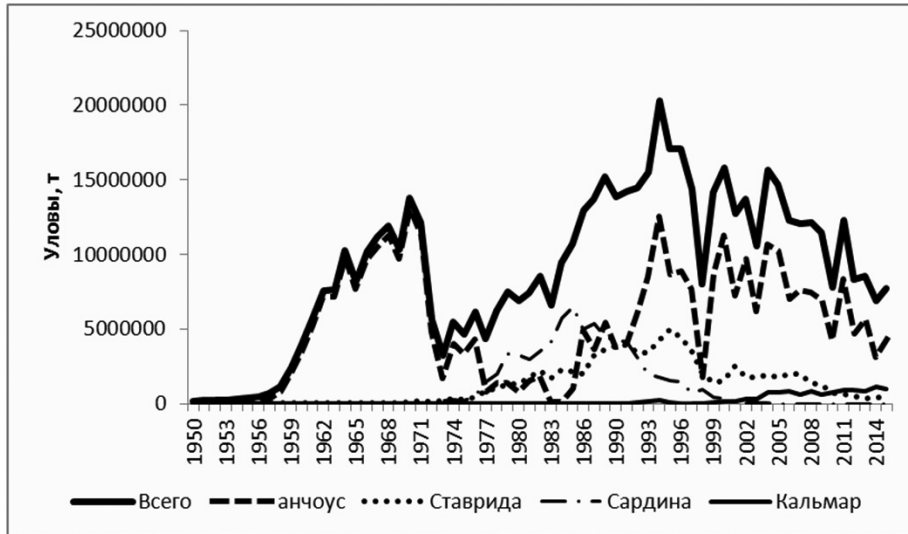


Рис. 9. Межгодовая изменчивость уловов в ЮВТО

а с 2007 г. началась фаза интенсификации явлений Ла-Нинья. Эти климатические изменения привели к тому, что биомасса океанической ставриды в ЮВТО резко снизилась. Однако ее освоение продолжается судами ЕС, КНР, Республики Корея и других стран.

В 2020-е годы уловы в этой зоне сохранятся на уровне 8–10 млн т. Возможен рост уловов гигантского кальмара. В 2030-е годы одновременно с ростом уловов японской сардины-иваси (см. рис. 8) возрастут уловы перуанской ставриды до 2–3 млн т, аналогично тому, как это было в 1970–1990 гг.

В пределах центрально-восточной части Тихого океана уловы сохранятся в предстоящие десятилетия на уровне 2 млн т. При росте запаса калифорнийской сардины уловы могут в 2030-е годы возрасти до 2,5 млн т. В целом по Тихому океану в 2020-е и 2030-е годы благодаря увеличению запасов минтая, морских сельдей, японской, перуанской и калифорнийской сардины, тунцов в ЦЗТО и во всех районах головоногих моллюсков, в основном кальмаров, уловы в океане можно экспертно оценить в 2025 г. на уровне 50 млн т по сравнению с 46 млн т в 2015 г., а в 2035 г. – около 55 млн т. Следовательно, в эти годы возрастет и общий мировой улов.

3.2. Ожидаемые изменения запасов и уловов рыб в промысловых районах (51, 57) Индийского океана

В западной части Индийского океана уже в 2000-м году уловы достигли 4 млн т. В последние годы они были на уровне 4,6 млн т (2013 г.) и 4,7 млн т (2015 г.). Как во всех тропических и субтропических водах, тунцы составляют заметную долю. Полагают, что 68 % рыбных запасов используется полностью, а 32 % перелавливаются [15].

Учитывая устойчивость условий обитания ресурсов, в 2020-е и 2030-е годы уровень уловов, вероятно, сохранится на современном уровне или незначительно превысит 5 млн т. В северной, наиболее продуктивной части района имеются резервы кальмаров. Их освоение может обеспечить большой рост уловов.

В восточной части (район 57) океана в последнее десятилетие уловы выросли на 50 % и в последние 3 года составили 7,7 млн т. Рост уловов связан с расширением промысла в новых районах и использованием новых видов [15]. В ИЭЗ Австралии происходит снижение уловов в связи с сокращением излишних промысловых мощностей. По-видимому, в этом районе в 2020-е и 2030-е годы уловы возрастут до 10 млн т и более. В целом оба района обеспечат уловы не менее 15 млн т.

3.3. Ожидаемые изменения запасов и уловов рыб в Атлантическом океане

Северная Атлантика (21, 27 районы ФАО)

Наиболее продуктивным районом в Северной Атлантике является Северо-Восточная Атлантика (СВА) (27 район), где уловы с 1950 г. по настоящее время изменялись в пределах от 5,2 до 12,9 млн т, в том числе в 2015 г. вылов составил 8,1 млн т (см. рис. 1), тогда как в Северо-Западной Атлантике (СЗА) (21 район) уловы менялись от 1,8 до 4,6 млн т. В 2015 г. вылов составлял всего 1,8 млн т, то есть на самом низком уровне и в 4 раза меньше, чем в СВА. Основу уловов в этих районах ФАО дают популяции флуктуирующих пелагических рыб: мойве, сельди, сардине, ставриде, скумбрии, путассу, а также демерсальных: треске, пикше, хеку, камбалу, палтусу.

В Северной Атлантике проведено большое количество исследований влияния климата на численность поколений и состояние этих рыб, которые обобщены многими учеными [3–5, 12, 13, 19, 25–27, 30].

Современная эпоха в СВА может быть названа скумбриевой, так как такого роста запасов скумбрии не было в последние 60 лет. Ее уловы в 2010-е годы достигли 1,5 млн т. Скорее всего, эта эпоха продлится до 2025 г., пока зимний индекс скандинавского колебания дальней связи будет в положительной фазе. Именно это колебание создавало благоприятные условия для выживания урожайных поколений скумбрии в 2000-е годы. Одновременно оно формировало неурожайные поколения норвежской весенне-нерестующей сельди в Норвежском и Баренцевом морях.

Урожайность поколений крупного запаса путассу зависит от тепловых условий на ее нерестилищах, которые контролируются атлантической многодекадной осцилляцией (АМО), а также интенсивностью субарктического круговорота. В отрицательную фазу АМО, когда была высокая интенсивность круговорота, были бедные поколения и невысокие уловы путассу. В 1996–2005 гг., когда наступила положительная фаза АМО и снизилась интенсивность круговорота, появилась серия урожайных поколений, обеспечив рост запасов и вылов путассу 2,5 млн т в 2004 г. В связи с возрастанием интенсивности круговорота в 2006–2010 гг. вновь появились бедные поколения, а уловы путассу снизились в 2011 г. до 100 тыс. т. В 2014–2016 гг. появились урожайные поколения путассу из-за резкого потепления Арктики и СВА под влиянием Эль-Ниньо 2015–2016 гг. Однако новое похолодание в СВА с мая 2017 г., по-видимому, указывает на скорое

наступление отрицательной фазы АМО, усиление круговорота и бедные поколения путассу в 2020-е годы.

В этих холодных условиях ожидается новая мойвенная эпоха с частыми урожайными поколениями мойвы, как это было в 1970-е и 1980-е годы, когда ее уловы достигали 3 млн т. Это происходило при отрицательной фазе АМО в период роста индекса Северо-Атлантического колебания (САК). Мойвенная эпоха продолжалась до 1983 г., когда появилось первое урожайное поколение сельди после многолетней депрессии. Это поколение уничтожило урожайные поколения мойвы 1984 и 1985 г. [21]. Поскольку с 2004 по 2012 г. были в основном малоурожайные поколения сельди и ожидается, что так будет до середины 2020-х годов, у популяции мойвы Баренцева моря создаются благоприятные физические и биологические условия для выживания урожайных поколений и нового роста биомассы запаса до 7–8 млн т и уловов до 3,0 млн т.

Для крупнейшего в Мировом океане запаса трески баренцевоморской или северо-восточной арктической характерны квазидвадцатилетние уровни средней урожайности, которые хорошо коррелируют с фазами зимнего индекса АМО.

В периоды отрицательной фазы АМО уровни урожайности трески снижаются (1907–1925, 1971–1986 гг.) соответственно до 210 и 450 млн экз., а в первую половину положительной фазы в 1927–1947 гг. и в 1987–2003 гг. возрастают до среднего уровня, соответственно до 500 и 700 млн экз. В заключительной части положительной фазы и переходе индекса в отрицательную фазу происходит резкое возрастание среднего уровня урожайности до 750 млн экз. за счет появления серии рекордно урожайных поколений в 1950-е – 1970-е годы. С 2004 г. до 2025–2029 гг. происходит возрастание среднего уровня урожайности до 900 млн экз. Эти урожайные поколения появляются благодаря переходу индекса САК в отрицательную фазу и резкому уменьшению циклонической активности в районах нереста и дрейфа личинок [6, 7].

Резкое возрастание биомассы запаса трески потребует новой системы управления, в частности, резкого увеличения ее уловов до 1,5–2,0 млн т. С учетом динамики запасов пелагических и демерсальных видов в СВА в 2020-е годы общий вылов, возможно, поднимется до 10 млн т.

Другой крупный запас северной трески обитает в районе Лабрадора и Северной Ньюфаундлендской банки. В 1950-е и 1960-е годы здесь, как и в Баренцевом море, были частые урожайные поколения, которые обеспечивали высокую биомассу запаса и уловы до 0,8 млн т. В начале 1970-х годов из-за резкого похолодания и большой соленостной аномалии, а также перелола, произошло снижение урожайности поколения, и биомасса трески резко снизилась, как и ее уловы (рис. 10). В начале 1990 г. наступило новое резкое похолодание, которое привело к коллапсу запаса и очень бедным поколениям. Только после 2005 г. в 2007–2008 гг. и в 2014–2015 гг. начался рост урожайности поколений.

Совпадение по времени нового периода высокоурожайных поколений в Баренцевом море с 2004 г. и в СЗА после 2005 г. указывает на то, что, скорее всего, в предстоящие 2020-е годы этот запас трески будет восстанавливаться, поскольку здесь должны наступить теплые безледные годы, такие же, как в 1950-е и 1960-е годы

при снижении индекса САК в отрицательную фазу и перемещении центра Исландского минимума на запад из Баренцева и Норвежского морей.

Аналогичное увеличение запасов других демерсальных видов, а также мойвы должно быть в СЗА в 2020-е годы, а возможно, и в 2030-е годы. В целом экспертно общий улов в 21 районе в эти десятилетия должен возрасти до 3 млн т к 2030 г.

Центрально-восточная часть Атлантики – ЦВА (34 район) – является второй по рыбопродуктивности в этом океане после 27 района. Его рыбопродуктивность связана с прибрежными апвеллингами вдоль Северо-Западной Африки [2]. Уловы здесь с 1950 г. росли с 0,3 до 4,5 млн т. В 2015 г. выловлено 4,3 млн т. Уже к 1975 г. вылов превысил 3,5 млн т и затем с декадными колебаниями никогда не опускался ниже 2,5–3,0 млн т. Основу уловов здесь составляют пелагические рыбы, характерные для субтропических и тропических прибрежных апвеллингов:

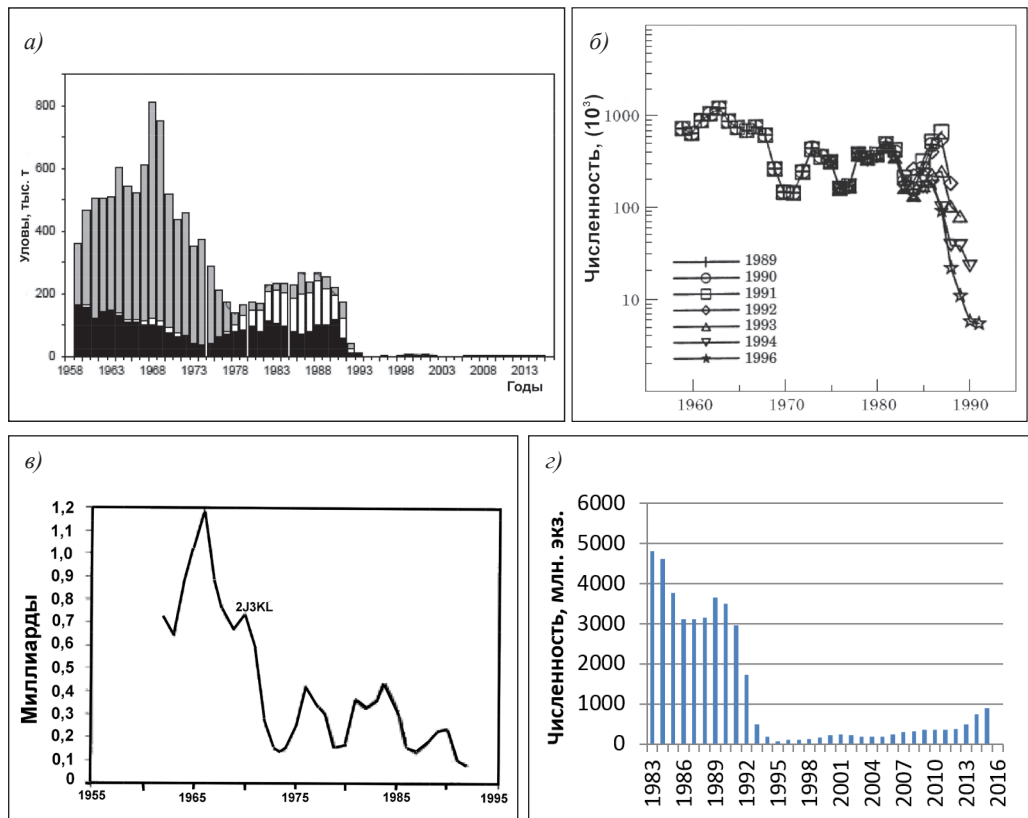


Рис. 10. *а* – уловы трески (тыс. т) в 1959–2015 гг.: черным цветом – канадский прибрежный лов, белым – канадский морской лов, серым – уловы других стран [28]; *б* – численность 3-летней трески (NAFO Divisions 2J3KL) по VPA; *в* – оценка годовых классов в возрасте 3 года в 1960–1993 гг.; *з* – численность молоди северной трески в возрасте 2+ в районе Лабрадора и Ньюфаундленда, 1983–2015 гг. [28]

сардина, ставрида, скумбрия, сардинелла и др., в том числе тунцы. По современному состоянию биоресурсов они не осваиваются полностью из-за искусственного занижения промысловых усилий. Можно ожидать, что в предстоящие десятилетия продолжатся декадные колебания уловов с тенденцией роста уловов до 5–6 млн т.

Юго-Восточная Атлантика – ЮВА (район 47) – с ее прибрежными апвеллингами менее рыбопродуктивна, чем ЦВА. Уже в конце 1960-х годов и в 1970-х уловы держались на уровне 3,0–3,3 млн т. К началу 1990-х годов они снизились до 1,7–1,8 млн т и остаются на этом уровне. Ставрида и хек являются самыми массовыми видами, их доля в уловах – 25 и 22 % соответственно. Состояние запаса южноафриканской сардины и анчоуса улучшилось в 2010-е годы в условиях современного жесткого управления промыслом. Ожидать увеличения уловов здесь не приходится, даже при росте запасов под влиянием климата. Вероятно, в ближайшие десятилетия сохранится улов на уровне 2 млн т.

В Центрально-Западной Атлантике – ЦЗА (район 31) – начиная с 2000 г. уловы снижаются. В 2010-е годы они достигали уровня 1,3–1,5 млн т, а в 2015 г. – 1,2 млн т. Одним из основных видов в уловах является мексиканский менхэдэн. Его выловы в середине 1980-х годов достигали 1,0 млн т. В последние годы они снизились до 0,5 млн т. В 1990-е годы были значительными уловы круглой сардинеллы, которая сейчас считается перелавливаемой.

С учетом прогнозируемого похолодания в 2020-е и 2030-е годы можно ожидать восстановления запаса мексиканского менхэдэна и увеличения его уловов. Аналогичная ситуация может быть и с круглой сардинеллой. Можно предполагать, что в эти десятилетия уловы в районе возрастут до 2,0 млн т.

Юго-западная часть Атлантического океана – ЮЗА (41 район) – благодаря обширному шельфу южнее 40° ю. ш., а также интенсивному холодному Фолклендскому течению до некоторой степени аналогична СЗА. Массовыми объектами промысла являются: южная путассу, патагонская мерлуза, анчоус, макруронус и кальмар-иллекс. Последний является наиболее ценным объектом промысла. В период усиления Фолклендского течения в предстоящие десятилетия уловы сохранятся на уровне 2,5 млн т.

Таким образом, в отличие от Тихого океана, в Атлантическом океане в предстоящие десятилетия уловы сохранятся на уровне, близком к современному. В 2015 г. общие уловы в районах океана оценены ФАО в 20,5 млн т. В предстоящие десятилетия они, возможно, возрастут до 25 млн т.

3.4. Ожидаемые изменения запасов и уловов криля и рыб в Южном океане

В Южном океане (районы ФАО 48, 58, 88) имеются большие запасы таких массовых объектов, как миктофиды, антарктический криль, а также шельфовые и глубоководные рыбы, из которых наиболее ценным является клькач.

Биомасса криля оценивается в 400–600 млн т. В связи с тем что с 2007 г. наступила климатоокеанологическая эпоха, благоприятствующая формированию концентраций, воспроизводству, росту запасов и хорошей доступности криля для промысла, уже с 2008 г. наметилась тенденция роста его уловов со 100 тыс. т

в 2007 г. до 280 тыс. т в 2014 г. Высокая востребованность криля для развития аквакультуры и для питания позволяет предполагать, что в 2020-е и 2030-е годы его уловы возрастут до 1,0–1,5 млн т при соответствующем увеличении промысловых усилий, в том числе со стороны Российской Федерации.

Заключение

Оценки тенденции изменения уловов массовых объектов промысла в Мировом океане под влиянием возможного относительного похолодания климата в 2020-е и 2030-е годы по промысловым районам ФАО свидетельствуют о том, что в эти годы мировой уровень уловов превысит 90 млн т, в основном благодаря росту запасов в наиболее продуктивных районах океана в СЗТО, СВА, ЦЗТО и в восточной части Индийского океана (ВИО). В 2030-е годы благодаря очередной сардинной эпохе в Тихом океане мировой уровень уловов может повыситься до 95 млн т. В эти десятилетия сохранится тренд на увеличение уловов тунцов и головоногих моллюсков. В связи с формированием в Южном океане благоприятных условий для роста запасов антарктического криля его уловы возрастут до 1,0–1,5 млн т в 2020–2030-е годы.

Литература

1. Булатов О.А., Котенев Б.Н., Кровнин А.С. О перспективах новой «сардинной эпохи» в северо-западной части Тихого океана // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17, № 4. – С. 385–405.
2. Духова Л.А., Сапожников В.В. Гидрохимические показатели первичной продукции в зоне Перуанского и Канарского апвеллингов // Труды ВНИРО. 2014. Т. 152. – С. 85–100.
3. Ижевский Г.К. Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. – М.: Пищепромиздат, 1961. – 216 с.
4. Ижевский Г.К. Системная основа прогнозирования океанологических условий и воспроизводства промысловых рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 1964. – 166 с.
5. Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 235 с.
6. О влиянии крупномасштабной изменчивости атмосферы-океана на урожайность поколений трески Баренцева моря / Б.Н. Котенев, А.С. Кровнин, Н.В. Мордасова, Г.П. Мурый // Вопросы промысловой океанологии. 2013. Вып. 10. – С. 26–65.
7. О будущем состоянии популяций массовых гидробионтов в биопродуктивных районах Мирового океана / Б.Н. Котенев, А.С. Кровнин, В.В. Масленников, Н.В. Мордасова // Труды ВНИРО. 2014. Т. 152. – С. 209–248.
8. Масленников В.В. Климатические колебания и морская экосистема Антарктики. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 295 с.
9. Масленников В.В. Колебания температуры воды в тихоокеанском секторе Антарктики и процессы Эль-Ниньо – Ла-Нинья // Вопросы промысловой океанологии. – 2011. Вып. 8, № 2. – С. 122–133.
10. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
11. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. – 330 с.
12. Ожигин В.К., Третьяк В.Л., Ярагина Н.А., Ившин В.А. Океанографические условия Баренцева моря и их влияние на выживание и развитие молоди северо-восточной арктической трески. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1999. – 88 с.
13. Треска Баренцева моря: биология и промысел / В.Д. Бойцов, Лебедь Н.И., Пономаренко И.Я. и др. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – 206 с.

14. *Тюрин Б.В.* О причинах снижения запасов охотской сельди и мерах по их восстановлению // Биология моря. 1980. № 2. – С. 69–74.
15. *ФАО.* Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. – Рим, 2016. – 216 с.
16. *Изменения* климата Арктики и Антарктики – результат действия естественных причин / И.Е. Фролов, З.М. Гудкович, В.П. Карклин, В.М. Смоляницкий // Проблемы Арктики и Антарктики. 2010. № 2 (85). – С. 52–61.
17. *Шунтов В.П., Темных О.С.* 2011. Тихоокеанские лососи в морских и океанических системах: монография. – Владивосток: ТИНРО-Центр. – Т. 2. – 473 с.
18. *Alekseev A.P., Kudlo B.P., Yakovlev V.N., Fedoseyev A.F., Barinov A.A.* 1972. Some Aspects of Water Circulation in the Northwest Atlantic in 1960-69. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries. Special Publication, 8. Dartmouth, N.S. Canada. – P. 149 – 163.
19. *Barrange M., Field J., Harris R., Hofmann E., Perry R, Werner F.* (Eds) 2010. Marine Ecosystem and Global Change. Oxford. University Press. – 412 p.
20. *Boitsov V.D., Karsakov A.L., Trofimov A.G.* 2012 Atlantic water temperature and climate in the Barents Sea 2000–2009 // ICES Journal of Marine Science, 69 (5). – P. 833–840.
21. *Hamre J.* 1991. Interrelation between environmental changes and fluctuating fish populations in Barents Sea. In: Long-term variability of Pelagic fish Populations and their Environment, pp. 259-270. Ed. by Kawasaki T., Tanaka S., Toba Y., Taniguchi A. Pergamon Press. Oxford.
22. *Hare S.R., N.J. Mantua.* 2000. Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989. Progress in Oceanography. Vol. 47. – P. 103–145.
23. *Khen G.V., Basyuk E.O., Vanin N.S., Matveev V.I.* 2013. Hydrography and biological resources in the western Bering Sea // Deep-Sea Research II. V. 94. – P. 106–120.
24. *Report of the Arctic Fisheries Working Group (AFWG), 23–29 April 2015, Hamburg, Germany / ICES CM 2015/ACOM:05. – 2015. – 590 p.*
25. *Sherman K., Skjoldal H.* (Eds). 2002. Large Marine Ecosystems of the North Atlantic. Changing States and Sustainability. Elsevier. – 465 p.
26. *Skjoldal H.R.* (Ed.) 2004. The Norwegian Sea Ecosystem. Tapir Academic Press. – 559 p.
27. *Stenseth N., Ottersen G., Hurrell, Belgrano A.* (Eds.) 2004. Marine Ecosystems and Climate Variation. Oxford. University Press. – 252 p.
28. *Stock Assessment of northern cod (NAFO DIVS. 2J3KL) in 2016.* Canadian Science Advisory Secretariat. Science Advisory Report 2016/026. Newfoundland and Labrador Region, 1–17 pp.
29. *Templeman W.* 1972. Year-Class Success in some north Atlantic Stocks of cod and Haddock // ICNAF Special Publication No 8. Symposium on environmental conditions in the northwest Atlantic 1960–1969. Dartmouth, N.S. Canada. – P. 223–238.
30. *The Barents Sea.* 2011. Ecosystem, Resources, Management. Ed. By Jacobson T., V.K. Ozhigin. Tapir Academic Press. 825 p.
31. *Tisdale B.* 2015. On Global Warming and the Illusion of Control. Part I. 682 p. Accessible via: <https://bobtisdale.fales.wordpress.com>. 15.09.2016.