

А.П. Жичкин

**ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И РЫБНЫЙ
ПРОМЫСЕЛ В ВЫСОКОШИРОТНЫХ РАЙОНАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

A.P. Zhichkin

**CLIMATIC FLUCTUATIONS AND FISHERIES IN HIGH-LATITUDE AREAS
OF THE BARENTS SEA**

Представлены результаты исследования климатических колебаний и их влияния на рыболовство в высокоширотных районах Баренцева моря. Выявлена существенная зависимость рыбного промысла в этих районах от теплового состояния вод и ледовых условий. Установлено, что промысловое значение районов лова увеличивалось с ростом положительных аномалий температуры воды и уменьшением ледовитости.

Ключевые слова: Баренцево море, климатические колебания, рыбный промысел, аномалии, ледовитость.

The paper analyzes results of studies of climatic fluctuations and their effects on fisheries in high-latitude areas of the Barents Sea. Observations made reveal substantial dependence of fisheries in these areas on the thermal state of sea water and ice conditions. Commercial value of fishing areas grows with increase in positive anomalies of sea water temperature and decrease of area covered by sea ice.

Key words: Barents Sea, climatic fluctuations, fisheries, anomalies, ice conditions.

Введение

Рыбный промысел является одной из важнейших составляющих функционирования природо-хозяйственной системы Баренцева моря. Многолетние наблюдения за характером распределения скоплений рыб и дислокацией промыслового флота показали, что география рыбного промысла в Баренцевом море подвержена сильной многолетней изменчивости, определяемой динамикой природных условий, состоянием промысловых запасов и изменением режимов лова (законодательство, типы судов, технологии и др.). При этом наибольшее влияние на формирование запасов, миграции и географию промысла оказывали абиотические факторы, в частности, тепловое состояние вод и ледовитость [5, 7, 9, 17].

В Баренцевом море главным объектом промысла является северо-восточная арктическая треска, регулярный промысел которой ведется Россией, Норвегией и другими странами уже на протяжении многих десятков лет. Совершая протяженные миграции (нагульные, нерестовые), треска в течение года создает скопления промыслового характера на обширной акватории моря, которые в большинстве случаев перекрывают участки скопления других промысловых видов рыб [1, 19]. Поэтому данные по географии промысла трески можно использовать для характеристики рыбного промысла в экосистеме Баренцева моря в целом.

Образование нагульных скоплений, связанных с миграциями, подвержено большим колебаниям, в результате чего могут значительно меняться не только сроки начала миграций рыб к местам откорма, но и акватория нагула [1, 6].

Использование массового и регулярного материала по географии промысла позволяет получить практически полное представление об эволюции рыбопромысловой деятельности в различные периоды климатических флуктуаций, как по всему морю, так и в различных его частях. Практика рыбного промысла в Баренцевом море показала, что в последние десятилетия при смене циклов климатических колебаний наиболее заметные изменения в направлениях миграций и распределении промысловых концентраций рыбы происходили в пределах высокоширотных районах моря. Поэтому несомненный интерес представляет влияние современной теплой фазы климатических колебаний на географию рыбного промысла и формирование промыслового значения акватории этого региона Баренцева моря.

Материалы и методы

Анализ особенностей распределения льдов на акватории Баренцева моря и динамики межгодовой и сезонной изменчивости ледовитости Баренцева моря выполнен на основе электронной базы, сформированной в Мурманском морском биологическом институте (ММБИ), которая содержит временные ряды ежемесячных значений площади льда за 1960–2010 гг. и более 400 карт за период 1977–2010 гг. Расчеты площадей ледяного покрова выполнены автором с помощью ГИС-программы MapViewer после оцифровки карт Национального ледового центра США за 1977–1996 гг. [15] и обзорных ледовых карт Северного Ледовитого океана ледового центра ААНИИ за 1997–2010 гг. [16].

В настоящей работе рыбный промысел (на примере трески) рассмотрен на основе, созданной в ММБИ базы данных по географии ежемесячного отечественного промысла трески в Баренцевом море за период с 1977 по 2010 гг. Анализ изменения объемов вылова трески в высокоширотных районах Баренцева моря (акватория к северу от 75° с.ш. в рамках его географических границ) был выполнен в сопоставлении с температурой воды на разрезе «Кольский меридиан» [18] и ледовитостью этих районов. При этом аномалии температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» и ледовитость в первом полугодии сравнивались с удельным весом (промысловым значением) высокоширотных районов моря во втором полугодии того же года. Под промысловым значением районов имеется в виду объем вылова в данных районах от всего вылова (в нашем случае трески) в Баренцевом море за один и тот же период, выраженный в процентах.

Результаты и обсуждение

Анализ климатических флуктуаций теплового состояния вод Баренцева моря показал, что для рассматриваемого отрезка времени (1977–2010 гг.) отчетливо выделяется ряд периодов похолоданий (1977–1982, 1986–1988, 1996–1998 гг.) и потеплений (1983–1984, 1989–1995, 1999–2010 гг.). Одним из наиболее ярко выраженных

промежутков экстремального развития гидрометеорологических процессов в Баренцевом море стал период аномального похолодания 1977–1982 гг. Ослабление адвекции тепла атлантических вод из Норвежского моря, преобладание ветров северных направлений и интенсификация под их воздействием холодных течений способствовали формированию в 1977–1982 гг. на акватории Баренцева моря суровых ледовых условий и значительного дефицита тепла. Негативное влияние этого явления отразилось на экосистеме моря и имело глубокие биолого-промысловые последствия, в частности, для основного объекта промысла в Баренцевом море – трески. Наблюдавшиеся в этот период отрицательные аномалии среднегодовой температуры воды, в сочетании со значительным увеличением общего объема вылова привели к резкому снижению запасов трески с 2,1 до 0,8 млн. т [11, 12, 19].

Вместе с тем, ослабление адвекции тепла атлантических вод повлияло на распределение промысловых концентраций рыбы на акватории моря и протяженность их миграций. Анализ результатов работы отечественного промыслового флота (до 60–80 судов ежемесячно) показал, что с похолоданием водных масс в Баренцевом море изменились пути миграции трески, сократились ее кормовые переходы на север моря [8, 9]. Так, в экстремально холодный период 1977–1982 гг. миграционные потоки нагульных скоплений трески распространялись преимущественно в восточном направлении. В то же время поток трески на север Баренцева моря был весьма слабым (рис. 1).

На рубеже 1980-х – 1990-х гг. с наступлением теплой фазы климатических колебаний [2, 13] началось перераспределение основных миграционных потоков трески. Акватория лова расширилась как в восточном, так и в северном направлениях. Краткое похолодание 1997–1998 гг. привело к некоторому сокращению акватории промысла. Однако в период потепления первой декады 2000-х гг. ареал промысловых скоплений трески вновь увеличился.

Анализ работы отечественного промыслового флота показал, что до 1990-х гг. прошлого столетия на северных участках моря промысел велся лишь эпизодически и в ограниченных объемах. При этом до 1986 г. промысел трески в высокоширотных районах моря отсутствовал. В последующие годы промысел здесь приобрел вполне устойчивый характер во вторую половину года, когда рыбные косяки достигают крайних границ своего нагульного ареала [19]. Так, в районе о-ва Надежды и Возвышенности Персея плотные промысловые скопления трески в августе–ноябре теплых лет распределялись на широкой акватории. На Возвышенности Персея рыба почти достигла 79° с.ш. а по желобу Персея в восточном направлении треска доходила до 42° в.д. (рис. 2). При этом появление головных косяков рыбы на северных участках моря Баренцева моря в периоды с повышенным уровнем теплового состояния вод происходили примерно на месяц раньше чем в холодные годы [9].

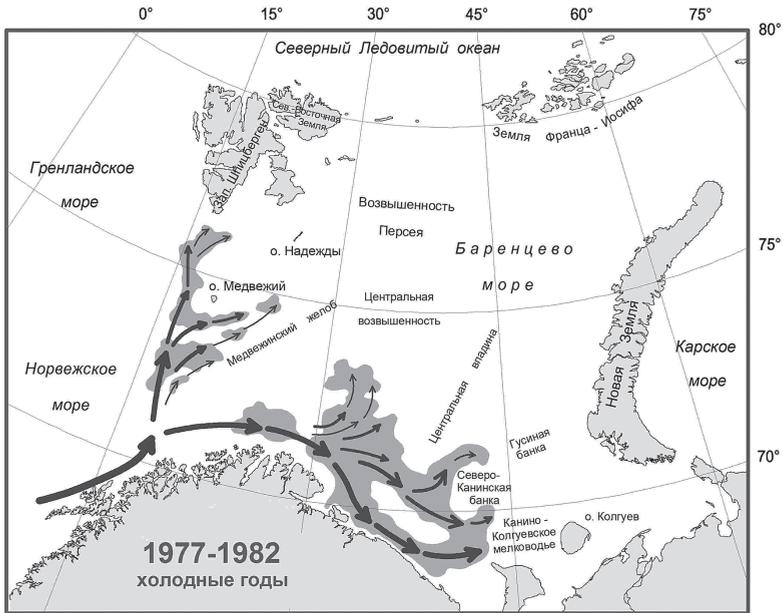


Рис. 1. Схема миграций и распределение промысловых скоплений трески в Баренцевом море в anomalно холодные годы

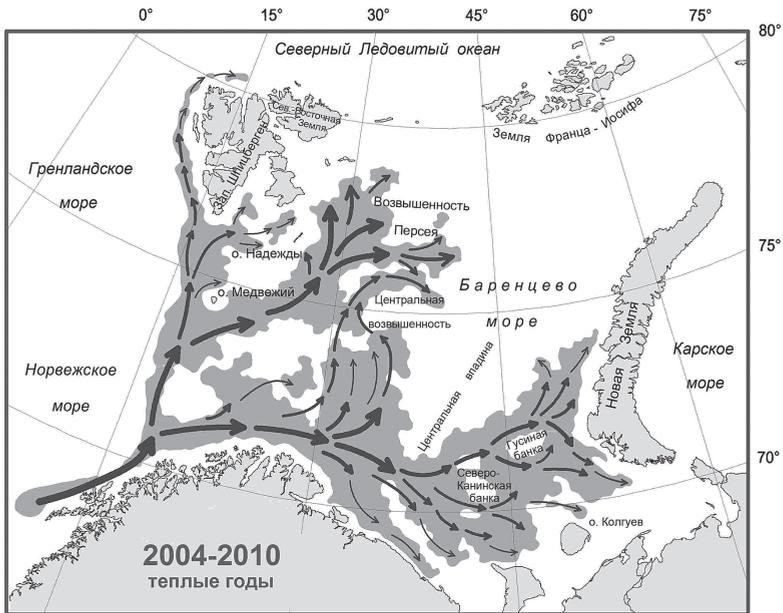


Рис. 2. Схема миграций и распределение промысловых скоплений трески в Баренцевом море в anomalно теплые годы

В последние два десятилетия промысловое значение высокоширотных районов возрастало и в 2005–2010 гг. составляло 40–60 % от всего вылова трески в море во втором полугодии. Вместе тем на протяжении рассматриваемого периода происходили значительны колебания ледовитости Баренцева моря [3, 4]. Так, с усилением притока теплых атлантических вод происходило сокращение площади ледяного покрова Баренцева моря, а с ослаблением адвекции тепла ледовитость увеличивалась и в отдельные годы лед покрывал до 80 % акватории моря. При этом в динамике колебаний ледовитости на акватории к северу от 75° с.ш. и температуры воды в слое 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» (ст. 3–7) наблюдалась значимая обратная связь между этими параметрами. Следует отметить, что наиболее тесная связь в первом полугодии рассматриваемого периода была отмечена в феврале-мае (рис. 3). Так, коэффициент корреляции между средними за февраль-май аномалиями температуры воды и ледовитостью в высокоширотных районах составил величину -0.91 .

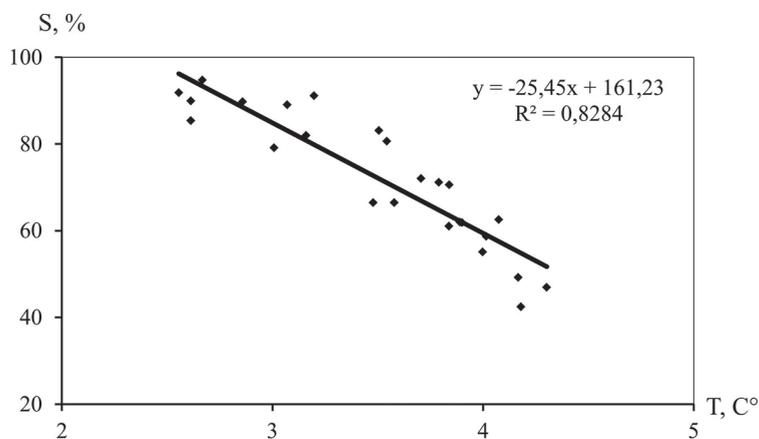


Рис. 3. Зависимость ледовитости в высокоширотных районах Баренцева моря (S, %) от температуры воды в слое 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» (T, °C) в феврале-мае 1986–2010 гг.

В целом в годы с высокой ледовитостью промысел был ограничен районами в южной и юго-западной частях моря, в годы с отрицательными аномалиями ледовитости акватория лова расширялась в восточном и особенно в северном направлениях. Наибольшее распространение рыбных скоплений к северу от 75° с.ш. наблюдалось в самые теплые годы первой декады XXI в.

Анализ результатов работы промыслового флота в высокоширотных районах показал, что существует весьма сильная зависимость промыслового значения этих районов в августе-ноябре второго полугодия от температуры воды и ледовитости в феврале-мае предшествующего промыслу полугодия. При этом в первом случае зависимость является прямой (рис. 4), а во втором — обратной (рис. 5). Коэффициент корреляции между средними за февраль-май аномалиями температуры воды в слое 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» и промысловым значением высокоширотных районов Баренцева моря в августе-ноябре того же года составил величину $0,81$.

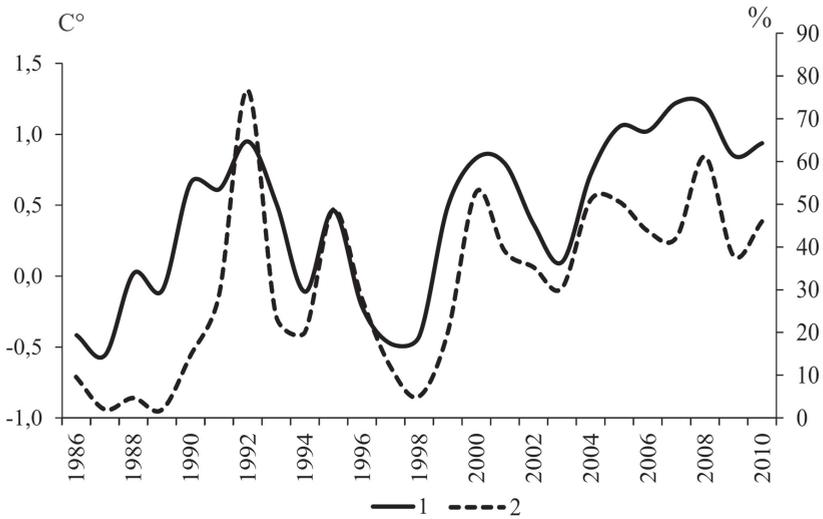


Рис. 4. Аномалии температуры воды (°C) в слое 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» в феврале-мае (1) и промысловое значение (%) высокоширотных районов Баренцева моря в августе-ноябре (2) в 1986–2010 гг.

Коэффициент корреляции между средней ледовитостью районов к северу от 75° с.ш. за февраль-май предшествующего полугодия и промысловым значением этих районов в августе-ноябре оказался равным $-0,79$.

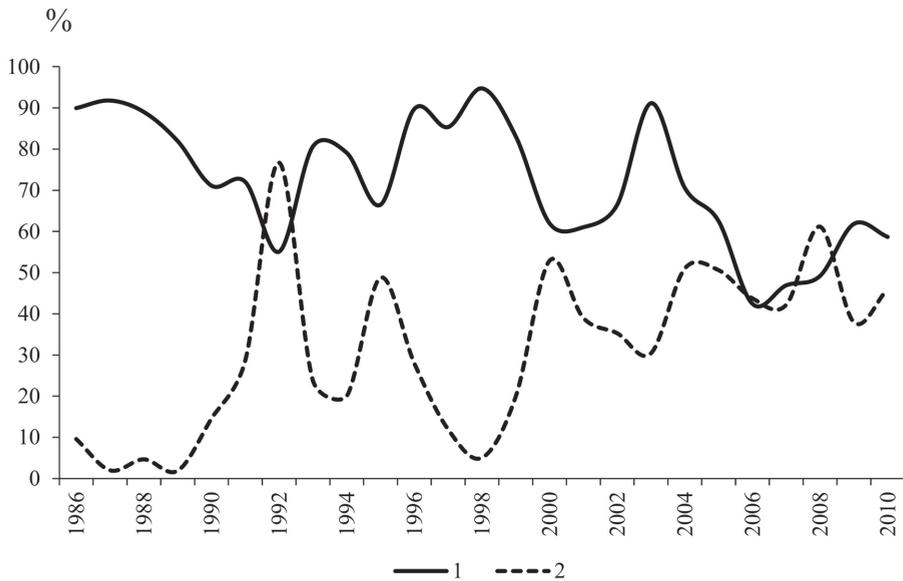


Рис. 5. Динамика ледовитости в феврале-мае (1) и промыслового значения высокоширотных районов Баренцева моря в августе-ноябре (2) в 1986–2010 гг.

В связи с различием динамики ледовых условий в северо-западном и в северо-восточном районе Баренцева моря [10, 14] определенный интерес представляет более детальный анализ влияния на формирование промыслового значения района исследований ледовитости различных участков северной половины Баренцева моря. Для этого акватория северной половины моря была разделена на две части по 40° в.д., которые можно рассматривать как аналоги северо-западного и в северо-восточного районов Баренцева моря. Расчеты показали, что более тесная связь обнаруживается между промысловым значением района исследования и ледовитостью восточного участка ($r = -0,82$), а коэффициент корреляции между промысловым значением района исследования и ледовитостью западного участка составил величину $-0,71$. Возможно, это обусловлено более стабильными ледовыми условиями западного участка и большей изменчивостью ледовитости в пределах акватории восточного. Так, среднее значение за февраль – май 1986–2010 гг. среднеквадратического отклонения аномалий ледовитости западного участка составило 18, в то время как на акватории восточного участка эта величина была несколько выше ($\sigma = 20$). Вероятно, несколько повышенная изменчивость ледовитости восточного участка в большей степени сказывается на промысловом значении района исследований, чем более консервативные ледовые условия западного участка.

Таким образом, исследования показали, что, наряду с тепловым состоянием вод, существенное влияние на промысловое значение высокоширотных районов Баренцева моря оказывают ледовые условия. Выявленные связи между промысловым значением района исследования и его ледовитостью могут иметь определенный прогностический потенциал. Возможно, полученные результаты можно распространить и на другие промысловые районы экосистемы Баренцева (где наблюдается сезонная ледовитость), но для этого требуются дополнительные исследования.

Заключение

Исследование климатических флуктуаций океанографических условий и анализ результатов работы промыслового флота в высокоширотных районах Баренцева моря позволило выявить существенную зависимость промыслового значения этих районов от теплового состояния водных масс и ледовитости. При этом в первом случае зависимость является прямой, а во втором – обратной.

Коэффициент корреляции между средними за февраль–май аномалиями температуры воды в слое 0–200 м на разрезе «Кольский меридиан» и промысловым значением высокоширотных районов Баренцева моря в августе–ноябре того же года составил величину 0,81.

Коэффициент корреляции между средней ледовитостью моря за февраль–май предшествующего полугодия к северу от 75° с.ш. и промысловым значением районов лова на этой же акватории в августе–ноябре оказался равным $-0,79$.

Установлено, что промысловое значение высокоширотных районов Баренцева моря возрастало с увеличением положительных аномалий температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» и уменьшением ледовитости этих районов. При этом появление головных косяков рыбы на северных участках моря в периоды с повышенным уровнем теплового состояния вод происходили примерно на месяц раньше чем в холодные годы.

Выявленные связи между промысловым значением района исследования и его ледовитостью, а также тепловыми условиями на разрезе «Кольский меридиан» могут иметь определенный прогностический потенциал.

При отсутствии или недостатке информации по термике водных масс климатическая динамика распределения концентраций рыбы и промысловое значение районов лова может оцениваться по показателям ледовитости.

Литература

1. Атлантическая треска (биология, экология, промысел). Под ред. Г.Г. Матишова, А.В. Родина. — СПб.: Наука, 1996. — 237 с.
2. *Бойцов В.Д.* Изменчивость температуры воды Баренцева моря и ее прогнозирование. — Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2006. — 292 с.
3. *Бойцов В.Д.* Сезонная изменчивость положения кромки льда в Баренцевом море. // Вопросы промысловой океанологии. — М.: Изд-во ВНИРО, 2007, вып. 4, № 2, с. 206–220.
4. *Бойцов В.Д.* Является ли увеличение температуры воздуха и воды Баренцева моря и уменьшение его ледовитости в последние два десятилетия аналогом потепления Арктики 1920–1950 гг.? // Природа шельфа и архипелагов европейской Арктики. Вып. 8. Материалы международной научной конференции (Мурманск, 9–11 ноября 2008 г.). — М.: Геос, 2008, с. 51–56.
5. *Бочков Ю.А., Двина Е.А., Терещенко В.В.* Особенности изменений температуры воды Баренцева моря в 1951–1986 гг. и их влияние на численность и распределение промысловых рыб. // Тез. докл. 3-го съезда сов. океанологов. Ч. 1. — Л., 1987, с. 65–66.
6. *Денисов В.В.* Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. — 502 с.
7. Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Под ред. Г.Г. Матишова. — Апатиты: ММБИ АН СССР, 1985. — 220 с.
8. *Жичкин А.П.* Атлас российского промысла трески в Баренцевом море (1977–2006 гг.). — Мурманск: «Радица», 2009. — 212 с.
9. *Жичкин А.П.* Изменчивость климатических условий и география рыболовства в Баренцевом море. Комплексные исследования больших морских экосистем. Отв. ред. Г.Г. Матишов; Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011, с. 177–202.
10. *Жичкин А.П.* Климатические колебания ледовых условий в разных районах Баренцева моря. // Метеорология и гидрология, 2012, № 9, с. 69–78.
11. *Матишов Г.Г.* Антропогенное воздействие на жизнь Баренцева моря. // Эволюция экосистем и биогеография морей европейской Арктики. — СПб.: Наука, 1994, с. 118–172.
12. *Матишов Г.Г., Семенов В.Н., Борисов В.М., Пономаренко В.П.* Об основной причине дестабилизации промысловой системы Баренцева моря. // Современное состояние и перспективы исследований экосистем Баренцева, Карского морей и моря Лаптевых: Тез. докл. Междунар. конф., Мурманск, 10–15 окт. 1995 г. — Мурманск: ГУПП «Русская Лапландия», 1995, с. 64–65.
13. *Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П.* География промысла трески как индикатор экосистемы Баренцева моря. // Известия РАН, Серия геогр. № 1, 2010, с. 112–119.
14. *Мионов Е.У.* Ледовые условия в Гренландском и Баренцевом морях и их долгосрочный прогноз. — СПб.: ГНЦ РФ ААНИИ, 2004. — 320 с.
15. Национальный центр по изучению снега и ледового покрова США (The National Snow and Ice Data Center). — Электронный ресурс: [http://nsidc.org/cgi-bin/bist/bist.pl?config=nic_climo].
16. Обзорные ледовые карты Северного Ледовитого океана. — Электронный ресурс: [<http://www.aari.ru/projects/ESIMO/index.php>].
17. *Ожигин В.К., Терещенко В.В.* Связь распределения скоплений промысловых рыб с термическими особенностями Баренцева моря. // Тез. докл. 3-й Всесоюз. науч. конф. по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты). — Мурманск, 1986, с. 170.
18. ПИНРО, разрез Кольский меридиан. — Электронный ресурс: [<http://www.pinro.ru/n22/>].
19. Треска Баренцева моря: биология и промысел. Изд. 2-е. — Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. — 296 с.