

УДК 639.2.053.1

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ НА  
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ РАЗРЕЗАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ КАК ОДНА ИЗ ОСНОВ  
РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ**

© 2008 г. А.П. Педченко, А.Л. Карсаков, В.В. Гузенко

*Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного  
хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск*

Поступила в редакцию 05.05.2008 г.

Обобщены и систематизированы материалы наблюдений на океанографических разрезах Баренцева моря. Получены зависимости между изменениями океанографических характеристик на разрезах и условиями промысла. Показаны особенности распределения и поведения трески в годы с различным теплосодержанием водных масс. Полученные данные используются при изучении изменения климата и составлении морских прогнозов – необходимой основы для выработки промысловых рекомендаций и стратегии рационального ведения рыболовства в Баренцевом море.

**ВВЕДЕНИЕ**

Для изучения закономерностей сезонных и межгодовых колебаний океанографических характеристик и выявления особенностей развития океанологических процессов необходимы длительные ряды наблюдений на стандартных разрезах, что дает возможность осуществлять мониторинг климатообразующих факторов, а также использовать полученные данные для разработки долгосрочных температурных, ледовых и рыбопромысловых прогнозов.

За многолетний период проведения мониторинга морской среды в Баренцевом море и сопредельных водах в ПИНРО накоплены гидрометеорологические данные, которые используются при решении различных вопросов промысловой океанографии, из них к важнейшим из которых относятся комплексные экосистемные исследования и разработка прогностических зависимостей в рыбопромысловых целях. В современных условиях, наряду с долгосрочным прогнозированием условий промысла, возрастает потребность в точных научно обоснованных прогнозах изменения промысловой обстановки, содержащих данные об оптимальных районах и сроках промысла, ожидаемом уровне производительности лова. Для этого наиболее целесообразно использовать данные на стандартных разрезах, которые в настоящее время являются основным источником современных знаний об особенностях сезонных и многолетних изменений океанографического режима вод. В Баренцевом море океанографические исследования на стандартных разрезах имеют уже довольно большую историю, а ряд наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» является наиболее продолжительным в исследуемом регионе, поскольку он имеет не только более чем 100-летнюю историю наблюдений, но и высокое временное разрешение.

В современных условиях одна из важнейших задач отечественной отраслевой науки заключается в том, чтобы на основании уже имеющихся данных

как можно более полно осветить особенности режима вод промысловых районов, закономерности происходящих в них океанографических процессов и их влияние на биологическую продуктивность и образование скоплений промысловых гидробионтов. Уникальную возможность выполнения таких исследований в Баренцевом море позволяет обобщение данных наблюдений на стандартных разрезах, которые выполнялись на акватории моря в XX в. и возобновление регулярных наблюдений на них и в первую очередь на вековом разрезе «Кольский меридиан», который достаточно хорошо характеризует изменение климата региона и Северной Атлантики.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для иллюстрации возможности использования материалов наблюдений на разрезах для решения рыбопромысловых задач в работе были использованы промыслово-биологические данные ПИНРО за 1967-2007 гг. и данные температуры и солености на нескольких стандартных разрезах Баренцева моря. При анализе промысловой обстановки, распределения и миграции трески учитывались данные всех типов тральщиков на ее спецпромысле (более 50% вида в улове) за каждый месяц. Данные по вылову были сведены в промысловые квадраты для статистических расчетов и графического представления.

Для уточнения сведений о количестве выполненных наблюдений на стандартных разрезах Баренцева моря, которые в различных источниках имеют довольно большие отличия (Бочков, 1982; Терещенко, 1997, 1999; История океанографических исследований..., 2005), авторами была проведена систематизация всех доступных архивных океанографических данных института.

### ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Предложение использовать стандартные разрезы для оценки теплового состояния атлантических вод, поступающих в южную и центральную части Баренцева моря, было озвучено основоположником промысловой океанографии Н.М. Книповичем на географической конференции в Стокгольме в 1899 г. Он обосновал необходимость проведения несколько раз в году измерений на стандартных горизонтах в фиксированных точках на разрезе по меридиану 33°30' в.д. от побережья до 76° с.ш. Этот разрез выполняется с 1900 г., в 1961 г. он получил статус векового и идентификационный номер 6, в научной литературе разрез часто упоминается как «Кольский меридиан».

В развитии идеи Н.М. Книповича, в 1934 г. в ПИНРО была разработана схема из 26 разрезов Баренцева моря, которая в 1935 г. утверждена Ученым советом института (Терещенко, 2002). На этих разрезах рекомендовано проводить мониторинг океанографических параметров по определенной методике. Для достижения высокого качества исследований были выполнены расчеты объема измерений и предложены сроки и маршруты сезонных гидрологических съемок, в том числе и наблюдений на разрезе «Кольский меридиан».

В 1954 г. на заседании океанографической комиссии Академии наук СССР официально были утверждены координаты станций 40 стандартных разрезов в

морях Северо-Европейского бассейна, большинство из которых уже выполнялись ПИРО с 1935 г. (рис. 1).

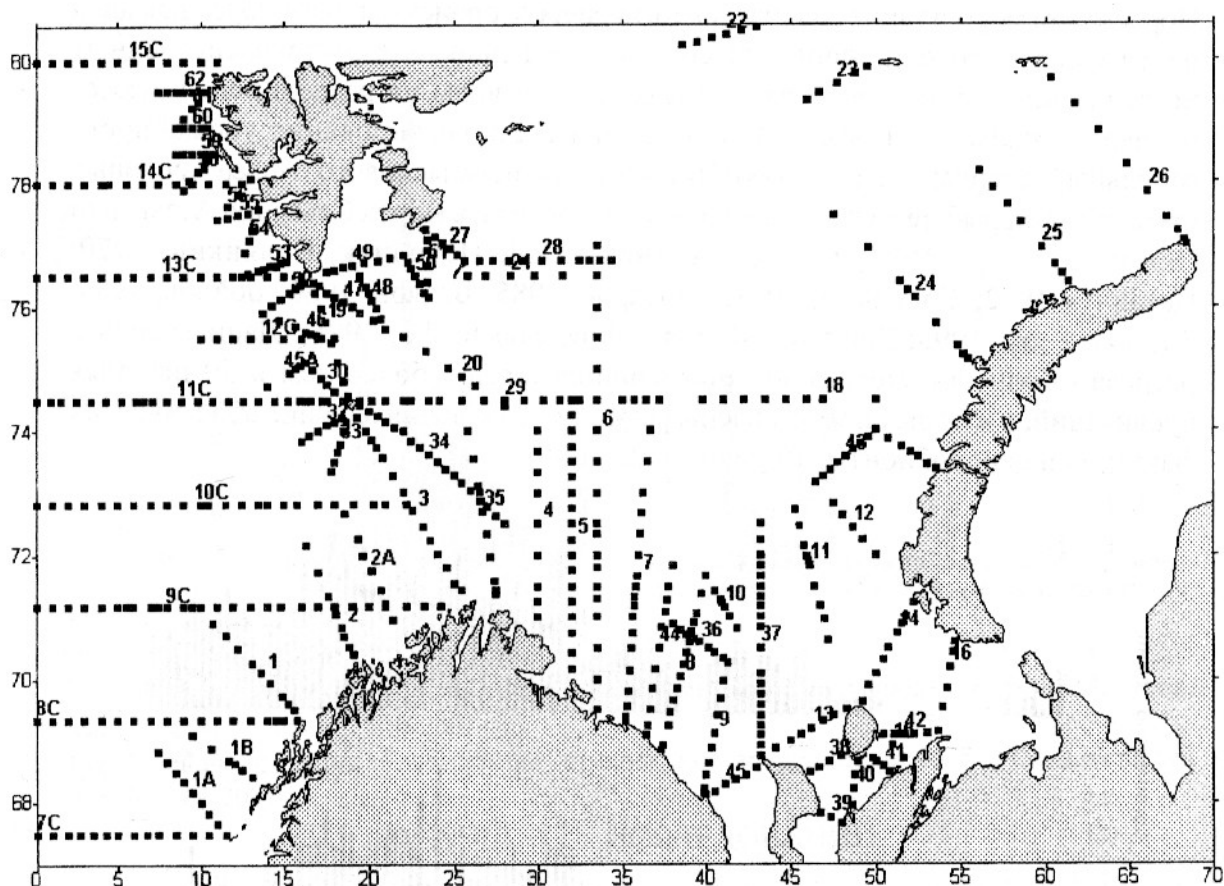


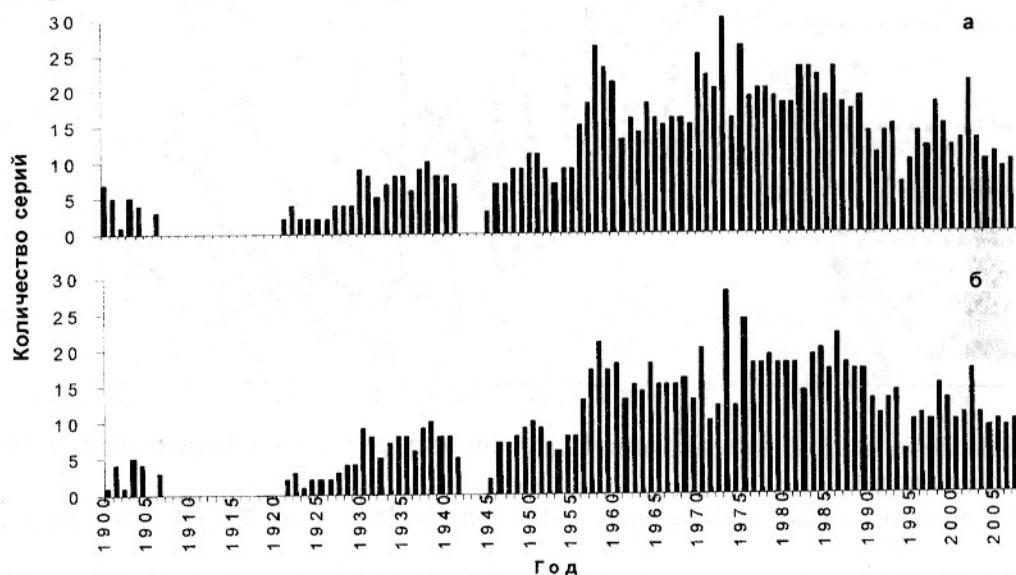
Рис. 1. Положение стандартных океанографических разрезов в Баренцевом море и сопредельных водах.

Fig. 1. Location of standard oceanographic sections in the Barents Sea and adjacent waters.

Наиболее продолжительный ряд наблюдений был выполнен на разрезе «Кольский меридиан». Количество станций, выполняемых на разрезе, значительно варьировало в разные годы. Нередко, особенно в первые годы исследований на «Кольском меридиане» выполнялись лишь две-три станции, а иногда и просто отдельные станции, расположенные между  $69^{\circ}30'$  и  $73^{\circ}00'$  с.ш. Выполнение северных участков разреза в отдельные годы ограничивалось ледовыми условиями. Всего за период с 1900 до 2005 гг. разрез выполнялся 1 104 раза, при этом основным океанографическим параметром, за которым проводились наблюдения, является температура воды. Наблюдений за соленостью воды в рассматриваемый период несколько меньше 976 серий (Педченко и др., 2006) (рис. 2).

По длительности выполнения, количеству данных и их пространственному охвату разрез «Кольский меридиан» признан уникальным и получил широкую известность среди ученых мира. Еще в начале 60-х годов Г.К. Ижевский (1961, 1964) отмечал, что для изучения сезонных и многолетних колебаний запасов тепла, соли и других характеристик вод в Баренцевом море вполне достаточно

использовать регулярные наблюдения на одном разрезе «Кольский меридиан», что по характеристикам этого разреза в такой же мере можно судить о динамике вод в Норвежском море, а также анализировать процессы, происходящие в морях западной части Северного полушария. В современной практике рыбохозяйственных исследований данные температуры и солености воды на разрезе используются исследователями для объективной оценки и прогнозирования урожайности отдельных поколений, динамики численности промыслового запаса основных промысловых рыб не только в Баренцевом море, но и в морях Северной Атлантики (Богданов и др., 1974; Ижевский, 1961, 1964; Потайчук, Солянкин, 1970; Потайчук 1972; Солянкин, 1971, Елизаров, 1985; Бочков, 1986; Бойцов, 1989; Третьяк и др., 1995; Бойцов, 2005; Bochkov, Zubchenko, 1995). Данные только разреза «Кольский меридиан» были использованы более чем в 50 научных публикаций, в которых представлены результаты изучения влияния абиотических факторов на гидробионты (Boytsov et al., 2005).

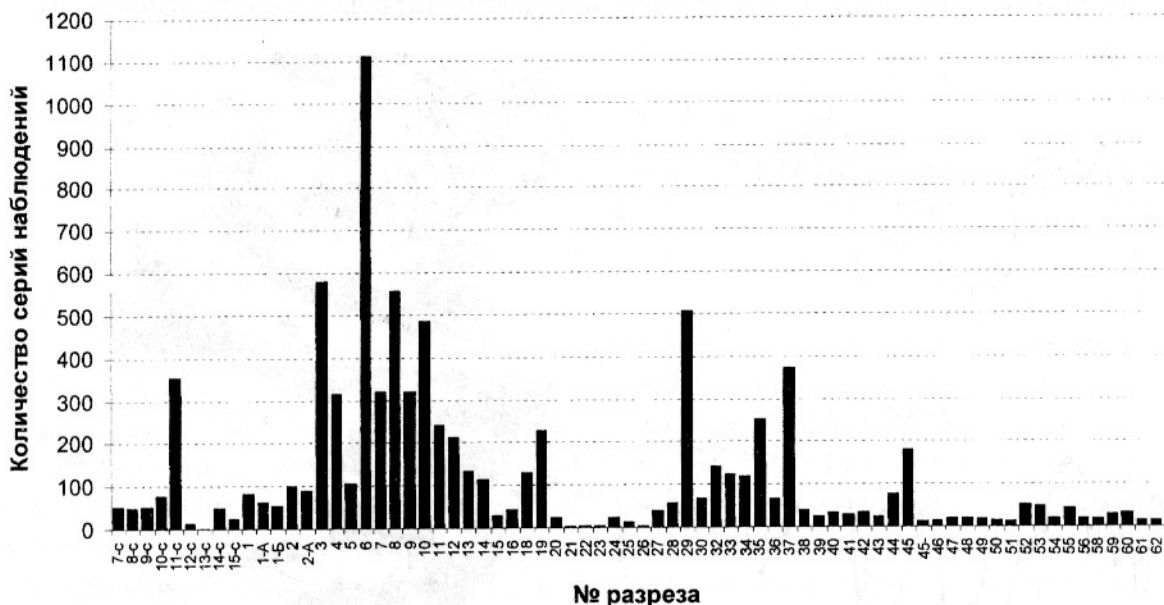


**Рис. 2.** Количество серий наблюдений за температурой (а) и соленостью (б) воды на разрезе «Кольский меридиан» в 1900-2007 гг. (www.pinro.ru).

**Fig. 2.** Number of series of observations over water temperature (a) and salinity (b) in the Kola Section in 1900-2007 (www.pinro.ru).

Во второй половине XX в. с увеличением научно-исследовательского флота и расширением акватории исследований в Баренцевом море были начаты наблюдения еще на 45 разрезах, расположенные в основном в северных, ранее малодоступных районах моря. В условиях разрушения структуры регулярных океанографических исследований, произошедших в 90-х годах, океанографические наблюдения продолжались только на 25 стандартных разрезах, которые выполнялись в экспедициях ПИНРО. Учитывая необходимость сохранения многолетних рядов для задач прогнозирования, Полярный институт продолжает проводить ежемесячный мониторинг изменений теплового состояния вод на разрезе «Кольский меридиан». На «вековых» разрезах №№3, 8, 19, 45, а также на разрезах №№11-с, 29 и 37 наблюдения проводятся 1 раз в сезон,

остальные разрезы выполняются эпизодически в ходе съемок запасов промысловых рыб. Количество серий наблюдений на стандартных разрезах Баренцева моря представлено на рисунке 3.



**Рис. 3.** Количество серий наблюдений на стандартных разрезах Баренцева моря, выполненных в период 1900-2007 гг.

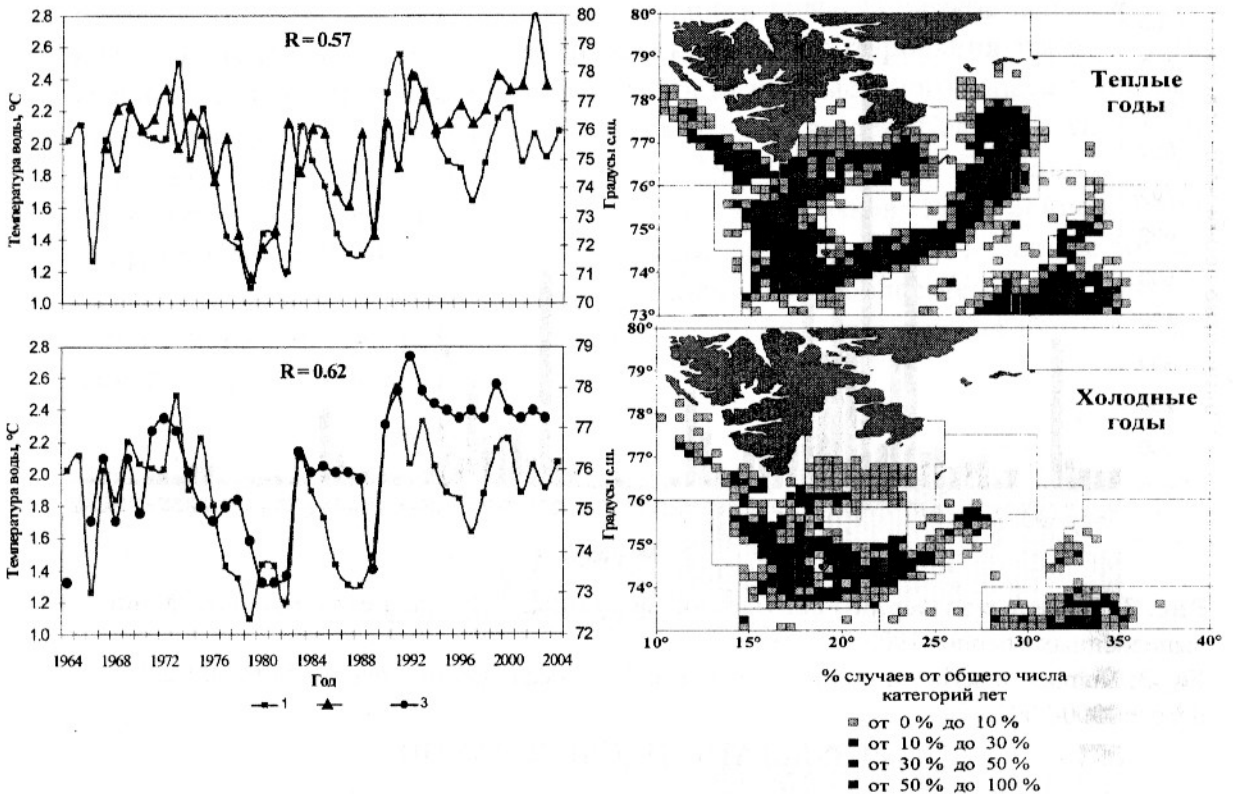
**Fig. 3.** Number of series of observations in standard oceanographic sections in the Barents Sea done in 1900-2007.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последние годы ряды наблюдений на океанографических разрезах, имеющиеся в Полярном институте, успешно применяются в практике рыбопромыслового прогнозирования в Баренцевом море. Установлено, что северные границы нагульного ареала трески зависят от теплосодержания вод Северной ветви Нордкапского течения, которое оценивается по наблюдениям в первом квартале года на разрезе №29 (к востоку от о. Медвежий) в глубинных слоях. Уровень полученной значимой связи ( $R=0,57$  для августа и  $R=0,62$  для октября, при  $n=40$ ) позволяет говорить, что чем выше теплосодержание Северной ветви Нордкапского течения в начале года, тем более интенсивными и протяженными будут миграции трески в последующий летне-осенний период (рис. 4).

Некоторые исследователи справедливо полагали, что на поведение трески большее влияние оказывают не абсолютные значения температуры воды, а темпы ее изменения (Сарынина, 1980; Терещенко, Бочков, 1994; Ханайченко, Козлова, 1961). Наши исследования на разрезе 19 (между о. Медвежий и арх. Западный Шпицберген) подтвердили это положение. Выявлено, что с началом интенсивного сезонного охлаждения вод в октябре-декабре в Медвежинско-Шпицбергенском районе Баренцева моря начинается отход трески в южном направлении – к местам зимовки неполовозрелых рыб и местам нереста половозрелых. Миграция на места зимовки может рассматриваться как защитная реакция на неблагоприятное

воздействие низких температур и ее скорость соответственно зависит от темпов выхолаживания воды. Ежемесячное выполнение разрезов в период осеннего промысла трески в этом районе позволяет своевременно отслеживать темпы сезонного изменения температуры и прогнозировать миграционное поведение рыбы.



**Рис. 4.** Промысел трески по промысловым квадратам в северо-западной части Баренцева моря в октябре 1967-2004 гг. в теплые и холодные годы (классификация лет по тепловому состоянию проводилась по разрезу №29) (слева) и средняя температура воды Северной ветви Нордкапского течения (разрез №29, ст. 7-11) в слое 300 м – дно (1) в первом квартале и северная граница промысла трески между 25° в.д. и 35° в.д. в августе (2) и октябре (3) в 1964-2004 гг. (справа).

**Fig. 4.** Fishery for cod by fishing squares in the northwestern Barents Sea in October 1967-2004 in warm and cold years (classification of years in respect to water temperature was done using data on section 29 (left panel) and mean water temperature in the Northern Branch of the North Cape Current (Section 29, stations 7-11) in the layer 300 m – bottom (1) in the first quarter and the northern limit of cod fishing between 25°E and 35°E in August (2) and October (3) in 1964-2004 (right panel).

Более чем столетний ряд наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» позволяет использовать эти данные для оценки многолетнего изменения климата. С 90-х годов в Баренцевом море отмечается период потепления. Уровень теплового состояния вод на разрезе в этот период характеризовался как теплый и аномально теплый. В 2006-2007 гг. среднегодовая температура воды на 3-7 станциях разреза «Кольский меридиан» в слое 0-200 м была максимальной за весь период наблюдений с 1900 г., превышая норму на 1,0-1,2 °С. Подобные аномалии температуры воды на разрезе также фиксировались в более продолжительный период «потепления Арктики» в 30-50-х годах, с экстремумами

в 1938 и 1954 гг. Всего же из 10 известных с 1900 г. аномально теплых лет, когда среднегодовая температура воды деятельного слоя на разрезе «Кольский меридиан» более чем на 0,7 °С превышала среднегодовую, половина приходится на последнее пятнадцатилетие (Педченко и др., 2006). Продолжительность современного периода потепления по разным оценкам продлится еще от 5 до 15 лет с максимумом в 2010 г. (Бочков, 2005).

Столь значительные климатические изменения, происходящие в Баренцевом море в последние десятилетия, вызвали расширение ареала многих промысловых рыб и появление в северных районах моря теплолюбивых видов, традиционно обитающих в теплых атлантических водах Норвежского моря. Детальное рассмотрение промыслово-биологических данных и условий обитания северо-восточной арктической трески, позволило выявить ряд особенностей ее распределения и промысла в Баренцевом море. Установлено, что сезонная и межгодовая изменчивость распределения рыбы на акватории Баренцева моря обусловлена непосредственно миграционным поведением вида и океанографическими условиями. Нагульные миграции трески в «холодные годы» были менее протяженными, подходы рыбы в районы откорма отмечались в более поздние сроки, а возвратные ее миграции на запад начинались раньше, чем в «теплые годы» (рис. 5).

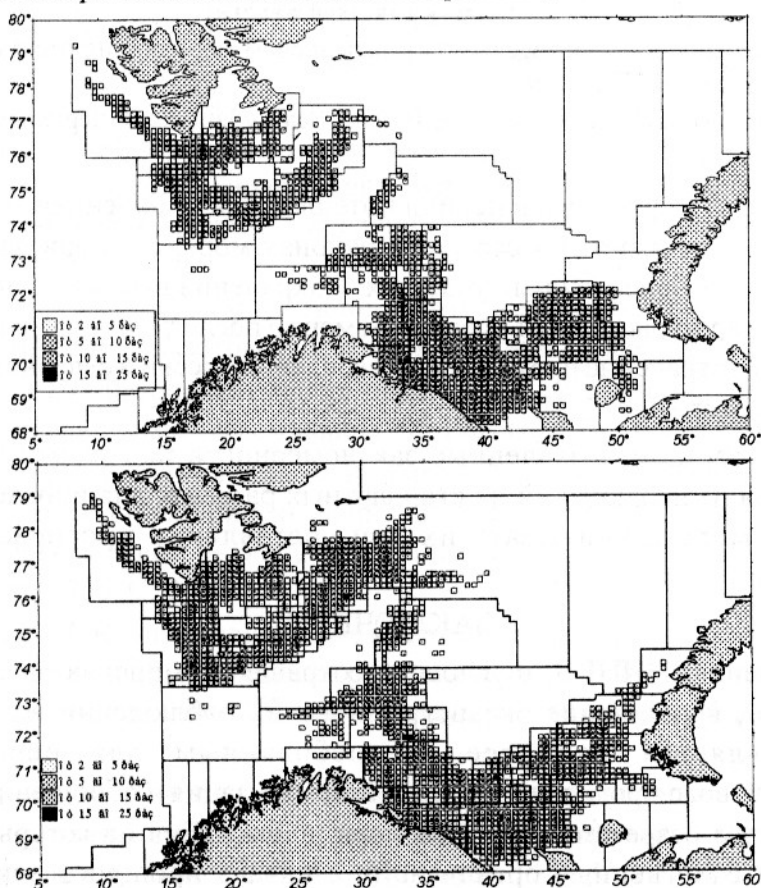


Рис. 5. Промысел трески по промысловым квадратам на акватории Баренцева моря в сентябре 1966-2007 гг. в теплые и холодные годы.

Fig. 5. Fishery for cod by fishing squares over the Barents Sea in September 1966-2007 in warm and cold years.

В годы с пониженным теплосодержанием вод миграция трески на север была ограничена и рыба создавала промысловые скопления в южных и западных районах моря. Соответственно, в «теплые годы» отмечается значительное смещение нагульного ареала и промысловых концентраций трески в северном направлении и более широкое равномерное ее распределение на востоке моря. Рисунок 6 хорошо иллюстрирует данные вылова трески на акватории Баренцева моря.

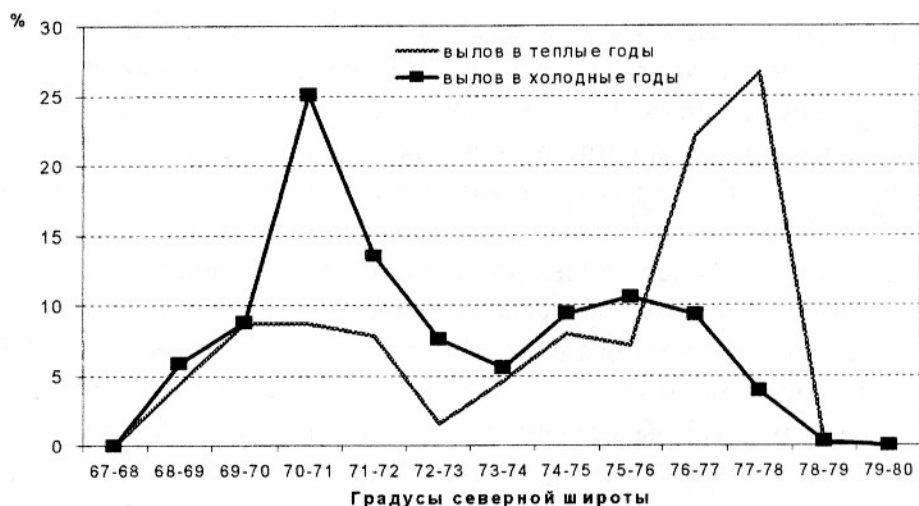


Рис. 6. Распределение вылова трески (%) в Баренцевом море по широте в сентябре 1967-2007 гг. в холодные и теплые годы.

Fig. 6. Distribution of cod catch (%) in the Barents Sea by latitude in September 1967-2007 in cold and warm years.

Как видно из рисунка, в период потепления вод Баренцева моря большая часть рыбы вылавливается в северных районах моря, а в периоды понижения температуры – на более южных участках. Сохранение высоких положительных аномалий температуры воды в Баренцевом море в последние годы предопределило широкое распространение промысловых скоплений трески в северной и восточной частях его акватории.

Таким образом, выявленные закономерности позволяют использовать длительные ряды наблюдений на стандартных разрезах для прогноза условий в Баренцевом море и учитывать их при составлении прогнозов промысла гидробионтов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мнению ПИНРО, в условиях сокращения морских экспедиционных исследований, выполнение океанографических наблюдений на стандартных разрезах является наиболее востребованным для решения задач рыбопромыслового прогнозирования. Систематизация и обобщение материалов по стандартным разрезам Баренцева моря, наблюдения на которых проводили различные отечественные организации с начала прошлого века, позволяет восстановить прерванные временные ряды океанографических характеристик, что крайне необходимо для возобновления наблюдений по всей сетке стандартных разрезов, включая окраинные районы моря.



Представленный материал наглядно показывает возможность совершенствования существующей системы мониторинга условий в Баренцевом море для решения широкого спектра рыбохозяйственных задач на основе дополнения информационной базы материалами систематических наблюдений на стандартных океанографических разрезах. Выявленные в ходе исследований закономерности распределения трески в зависимости от изменения условий среды на разрезах Баренцева моря позволяют на основе анализа современных климатических изменений в этом регионе моделировать возможные сценарии развития промысловой обстановки и учитывать их при подготовке научно-обоснованных рекомендаций ведения промысла.

Проведенная систематизация материалов наблюдений на разрезах за весь период их выполнения позволит детально оценивать пространственно-временные изменения океанографических условий и выявлять особенности сезонных, межгодовых и климатических изменений в западном секторе Арктики, а также использовать эти данные для прогноза изменчивости природных процессов в морях Северной Атлантики.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Богданов М.А., Елизаров А.А., Потайчук С.И., Солянкин Е.В.* К оценке условий воспроизводства промысловых рыб Северной Атлантики и морей Европейской территории СССР на основе системного анализа природных процессов // Рыбное хозяйство. 1974. №7. С. 21-24.

*Бойцов В.Д.* Метод прогноза численности поколений трески двухлетнего возраста в южной части Баренцева моря. Тез. докл. 4-й Всесоюз. науч. конф. по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты). Мурманск, 1989. С. 39-41.

*Бойцов В.Д.* Вероятностный метод прогноза урожайности поколений северо-восточной арктической трески Баренцева моря // Рыбное хозяйство. 2005. №2. С. 42-44.

*Бочков Ю.А.* Ретроспектива температуры воды в слое 0-200 м на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море (1900-1981 гг.) // Тр. ПИНРО. 1982. С. 113-122.

*Бочков Ю.А.* Некоторые примеры региональных промыслово-океанографических характеристик: Баренцево, Норвежское, Гренландское моря, Северо-Восточная и Северо-Западная Атлантика. Промысловая океанология. М.: Агропромиздат, 1986. С. 248-268.

*Бочков Ю.А.* Крупномасштабные колебания на разрезе «Кольский меридиан» и их прогнозирование». 100 лет океанографических наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море: Сб. докл. Междунар. симпозиума. Мурманск: ПИНРО, 2005. С. 47-64.

*Елизаров А.А.* К вопросу о долгопериодных изменениях абиотических и биотических условий // Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. М.: Наука, 1985. С. 197-204.

*Ижевский Г.К.* Океанологические основы формирования промысловой продуктивности морей. М.: Пищепромиздат, 1961. 215 с.

*Ижевский Г.К.* Системная основа прогнозирования океанологических условий и воспроизводства промысловых рыб. М.: ВНИРО, 1964. 165 с.

История океанографических исследований на разрезе «Кольский меридиан». Алексеев А.П., Семенов А.В., Боровков В.А., Терещенко В.В., Шлейник В.Н. 100 лет океанографических наблюдений на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море: Сб. докл. Междунар. симпозиума. Мурманск: ПИНРО, 2005. С. 4-14.

*Педченко А.П., Карсаков А.Л., Гузенко В.В.* Климатические изменения в Баренцевом море в конце XX-начале XXI веков и их биологические последствия // Проблемы биологической океанографии XXI века. Тез. докл. междунар. науч. конф. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. С. 31.

*Потайчук С.И.* Некоторые результаты статистического анализа крупномасштабной изменчивости температуры воды в Северной Атлантике // Тр. ВНИРО. 1972. Вып. 75. С. 125-134.

*Потайчук С.И., Солянкин Е.В.* Фоновый прогноз гидрологических условий и степени урожайности основных промысловых рыб Северной Атлантики и морей Европейской территории СССР на 1970 г. // Рыбное хозяйство. 1970. №10. С. 9-10.

*Сарынина Р.Н.* Сезонная термоструктура толщи воды в Баренцевом море и миграция трески. Сб. Физико-химические условия формирования биологической продукции Баренцева моря. Апатиты: КФ АН СССР, 1980. С. 29-34.

*Солянкин Е.В.* О долгопериодной изменчивости условий воспроизводства основных промысловых рыб Северной Атлантики и морей Европейской территории СССР // Рыбное хозяйство. 1971. №. С. 10-13.

*Терещенко В.В.* Гидрометеорологические условия в Баренцевом море в 1985-1998 гг. Мурманск: ПИНРО, 1999. 176 с.

*Терещенко В.В.* История освоения архипелага Шпицберген и российских океанографических исследований окружающих его вод. Мурманск: ПИНРО, 2002. 51 с.

*Терещенко В.В.* Сезонные и межгодовые изменения температуры и солености воды основных течений на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море. Мурманск: ПИНРО, 1997. 71 с.

*Терещенко В.В., Бочков Ю.А.* Влияние факторов среды на миграционное поведение и распределение гидробионтов. Сб. Закономерности формирования сырьевых ресурсов побережья Баренцева моря и рекомендации по их промысловому использованию. Мурманск: ПИНРО, 1994. С. 22-29.

*Третьяк В.Л., Ожигин В.К., Ярагина Н.А., Ившин В.А.* Динамика численности аркто-норвежской трески в период формирования пополнения. Тез. докл. VI Всероссийской конференции по проблемам промыслового прогнозирования, Мурманск, 4-6 окт. 1995 г. Мурманск: ПИНРО, 1995. С. 152-153.

*Ханайченко Н.К., Козлова Л.И.* О концентрации рыбы в южных промысловых районах Баренцева моря в зависимости от температуры воды. Сб. Гидрологические и биологические особенности прибрежных вод Мурманска. Мурманск: Книжное издательство, 1961. С. 90-97.

*Boytsov V.D., Nesvetova G.I., Ozhigin V.K., Titov O.V.* The Kola section in relation to fisheries and oceanographic investigations of the Barents Sea. 100 years of oceanographic observations along the Kola Sections in the Barents Sea. Papers of the international symposium. Murmansk: PINRO, 2005. 314 p.

*Bochkov J.A., Zubchenko A.V.* Salmon rivers of the Kola peninsula. Some peculiarities of the atlantic salmon spawner migrations to the Kola and Tuloma rivers (paper) // ICES CM 1995/M:39, Fish Committee, 1995. 20 p.

### **OBSERVATION BY PINRO IN OCEANOGRAPHIC SECTION OF THE BARENTS SEA AS THE BASIS FOR FISHERIES PROGNOSIS**

© 2008 y. **A.P. Pedchenko, A.L. Karsakov, V.V Guzenko**

*Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Murmansk*

Data from observations in standard sections of the Barents Sea have been summarized and systematized. Relationships between variations in oceanographic parameters in standard sections and fisheries conditions have been found. Distribution and behaviour patterns of cod in years with different water temperature have been shown. Data obtained are used when studying climate change and making oceanographic predictions that serve a necessary basis to elaborate fisheries advice and strategy for rational fisheries in the Barents Sea.