

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДОННОЙ ФАУНЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ФЛЮКТУАЦИИ ВДОЛЬ РАЗРЕЗА «КОЛЬСКИЙ МЕРИДИАН»

Исследование многолетней изменчивости морских экосистем под влиянием флюктуаций климата становится в последнее время одной из актуальнейших проблем гидробиологии. Интерес к ней обусловлен неоднозначным толкованием учеными изменений глобального климата и связанных с ними явлений. Вопрос о причинах локальных и глобальных климатических изменений еще не разрешен, но совершенно очевидно, что на современном этапе влияние естественных факторов на глобальный климат значительнее, чем искусственных (Ландсберг, 1974), и существующие климатические флюктуации во многом объясняются автоколебательными процессами в системе «атмосфера-океан-полярные льды» (Хромов, 1973). Многие выводы о «потеплениях» или «похолоданиях» могут быть существенно подкреплены фактами коррелирующих изменений в морских биосистемах надорганизменного уровня. С другой стороны, на основе моделей климатических флюктуаций продолжается прогнозирование состояния ресурсов промысловых гидробионтов.

Хорошим индикатором и интегратором многолетних изменений окружающей среды является макрозообентос, большинство представителей которого ведет малоподвижный образ жизни и имеет достаточно длительный жизненный цикл. Основоположником исследований многолетних изменений донной фауны Баренцева моря можно считать К.М.Дерюгина (1915), обнаружившего в 1908-1909 гг. в Кольском заливе несколько необычных для этого водоема видов и продолжившего после 1921 г. изучение подобных находок в связи с колебаниями температурного режима (Дерюгин, 1924). Основные выводы К.М.Дерюгина впоследствии были подтверждены и дополнены другими исследователями. А.А.Шорыгин (1928), Н.П.Танасийчук (1925), В.Т.Черемисина (1948) и другие на примере различных таксономических групп зообентоса обосновали возможность смещения биогеографических границ их распространения в Баренцевом море вследствие температурных флюктуаций. Е.Ф.Гурьянова (1947) связала появление в Белом море ряда атлантических и арктических гидробионтов с многолетними гидрологическими флюктуациями в Северо-Восточной Атлантике. Р.Блэкер (Blacker, 1957, 1965) пришел к выводу о том, что бентос

может реагировать на потепление или похолодание Арктики только с большим или меньшим запаздыванием во времени. Подтверждение этому получил К.Н.Несис (1960), проанализировав многолетние изменения в соотношении бореальных и арктических видов на разрезе «Кольский меридиан» в связи с колебаниями гидрологического режима. Ю.И.Галкин (1964, 1984) на примере моллюсков наглядно продемонстрировал многолетние изменения распространения зообентоса в Баренцевом море в зависимости от долгопериодных колебаний температурного режима.

Данное исследование посвящено выявлению причин многолетних флюктуаций зообентоса в Баренцевом море на разных уровнях структурно-функциональной организации биосистем. При этом мы рассматривали зообентос не только как индикатор климатических изменений, но и как кормовую базу промысловых бентосоядных рыб и совокупность самостоятельных хозяйственно значимых биоресурсов. В качестве исходной гипотезы мы, как и предыдущие исследователи, приняли температурную обусловленность наблюдаемых явлений. Данные по температуре воды вдоль разреза «Кольский меридиан» взяты нами из CD-приложения к «Климатическому атласу Баренцева моря» (Матишов и др., 1998). В основу биотического анализа положены результаты количественных исследований зообентоса, выполненных Плавморнином, ПИНРО и ММБИ в различные периоды текущего столетия.

Систематические наблюдения за температурой воды в Баренцевом море были начаты в 1900 г. Н.М.Книповичем в ходе рыбопромысловых исследований (Книпович, 1906). Он первым оценил не только научную, но и экономическую значимость этих работ (Книпович, 1921). В дальнейшем эти наблюдения с некоторыми перерывами и разной частотой многократно выполнялись на всей акватории моря по сети так называемых стандартных разрезов.

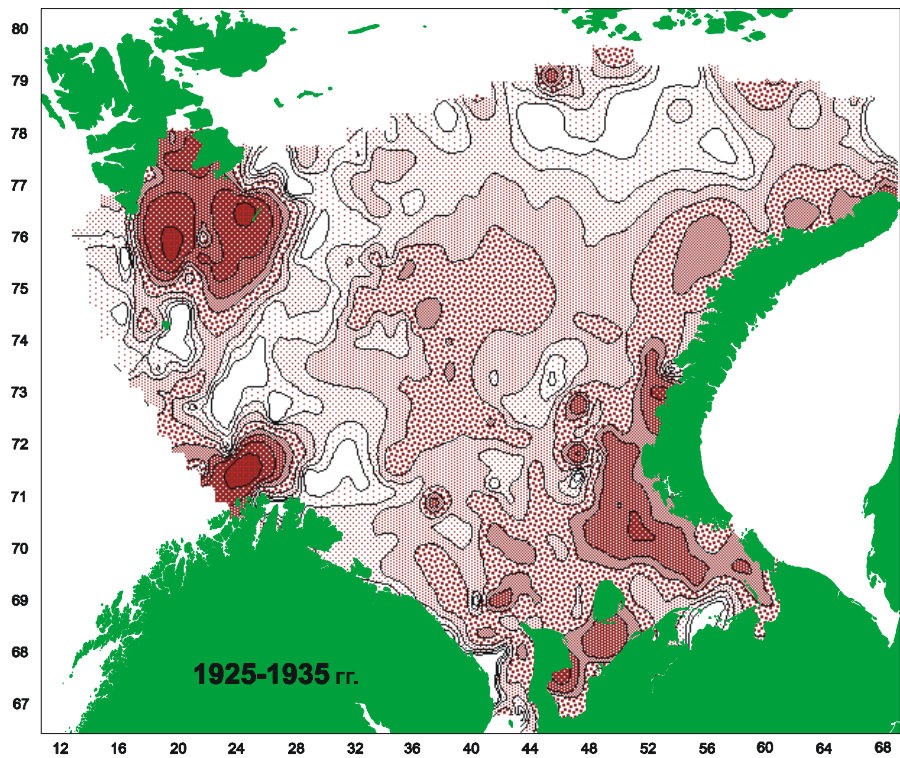
В настоящий момент самым уникальным по длительности наблюдений за температурой воды Баренцева моря является разрез «Кольский меридиан», расположенный в центральной части бассейна вдоль 33°30' в.д. (Терещенко, 1997). Значения этого ряда за периоды 1907-1921 и 1942-1944 гг., когда наблюдения фактически не проводились, а также за 1921-1940 гг., когда наблюдения велись с большими пропусками, были восстановлены Ю.А.Бочковым и А.В.Зверевым корреляционными методами по непрямым наблюдениям и отрывочным данным (Бочков, 1982).

Данные разреза «Кольский меридиан» в слое 0-200 м объективно отражают межгодовые изменения теплосодержания вод прибрежного, Мурманского и Центральной ветви Нордкапского течений, характеризуя тем самым термику Баренцева моря в целом (Бочков, 1964а,б; Сарынина, 1967; Фукс, 1980; Адров, Денисенко, 1996; Терещенко, 1997).

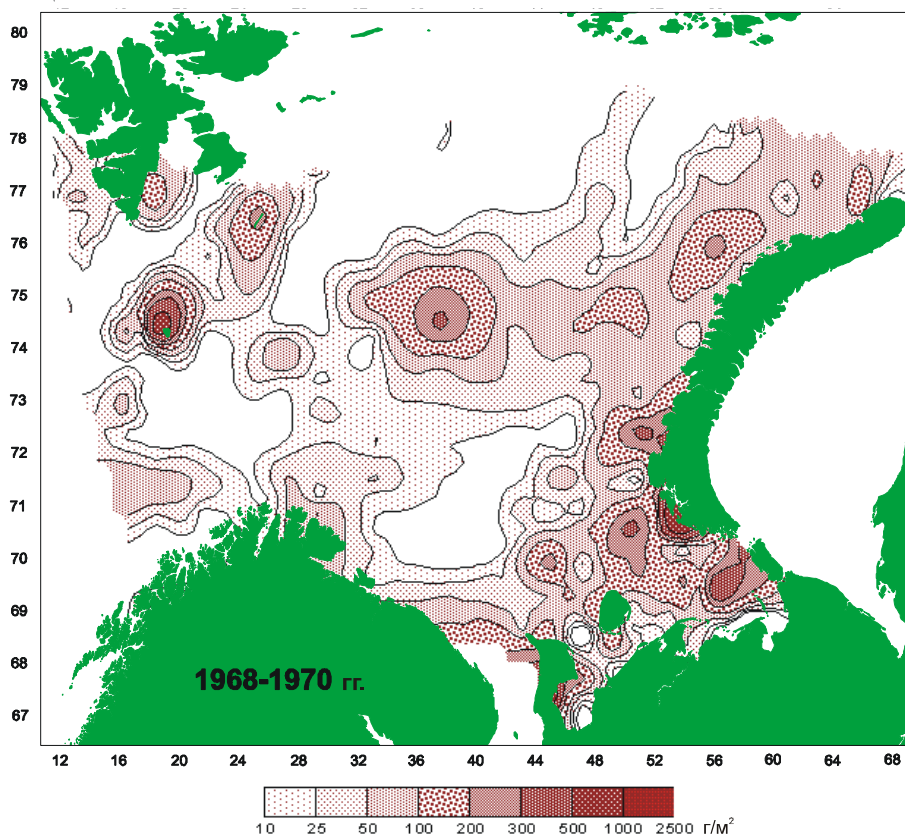
В противоположность гидрологическим наблюдениям за весь период количественных исследований донной фауны в Баренцевом море было выполнено лишь 2 тотальные бентосные съемки, сетки станций которых были неодинаковыми. Более равномерно и в сжатые сроки работы выполнялись в 1968-1970 гг., однако в результате утраты материалов рейса НИС «Н.Маслов» в 1968 г. данные по южно-центральной части моря для этого периода отсутствуют. Сетка станций в 1924-1932 гг. была менее равномерна, основные работы в открытой части моря в этот период были выполнены в 1927-1932 гг.

На основе сопоставления результатов этих съемок (рис.1) Т.В.Антиповой (1975) был сделан вывод об уменьшении биомассы зообентоса в Баренцевом море в 1968-1970 гг. на 20 % по сравнению с 1924-1932 гг. вследствие предшествовавшего похолодания. Выполненная нами компьютерная обработка исходного материала показала, что эта величина составляет почти 60 %. Изменчивость первичной продукции Баренцева моря в теплые и холодные годы (Slagstad, Stokke, 1994) позволяет объяснить зарегистрированные изменения биомассы зообентоса не более чем на 30 % и только в случае дефицита пищевых ресурсов в донных сообществах, что, по нашему мнению, далеко не так. Методическими различиями в отборе проб может быть объяснено еще 4-5 % отмеченной разницы, но не более. Данный факт мы не считаем ложным, но и не обсуждаем в настоящей статье, поскольку вопросу будет посвящена отдельная публикация.

В юго-восточной части Баренцева моря, называемой Печорским морем, за последние 60 лет было выполнено 4 достаточно полноценные бентосные съемки. По их результатам нами была рассчитана суммарная средняя биомасса зообентоса в 1924, 1959 и 1992-1993 гг., составившая 251, 220 и 258 г/м² соответственно (рис.2). В 1969 г., после похолодания с максимумом в 1966 г, она была на треть меньше (176 г/м²), чем в другие периоды, что полностью могло объясняться температурно обусловленными вариациями значений первичной продукции в Баренцевом море (Slagstad, Stokke, 1994).



а



б

Рис.1. Распределение биомассы зообентоса в Баренцевом море в различные периоды исследований: а – в 1925-1935 гг.; б – в 1968-1970 гг.

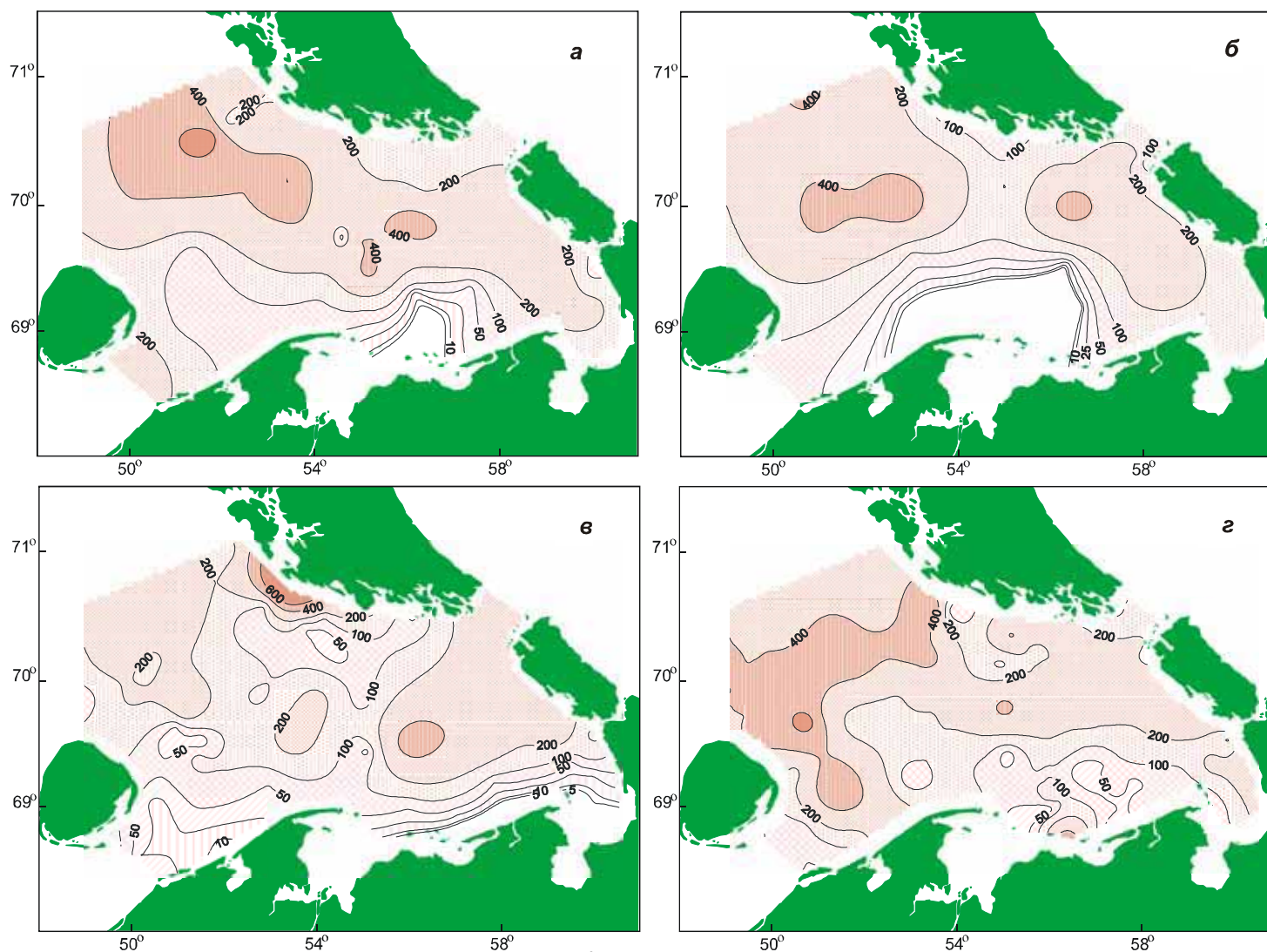


Рис.2. Распределение биомассы зообентоса ($г/м^2$) в Печорском море в различные периоды исследований: а – 1924 г.; б – 1959 г.; в – 1992 г.; г – 1993 г.

Предпринятые нами попытки найти причины многолетних изменений структурно-функциональных характеристик зообентоса в Баренцевом море на основе данных разреза «Кольский меридиан» привели к неоднозначным результатам. Анализ количественного распределения и видовой структуры сообществ зообентоса в различные периоды исследований вдоль разреза не выявил каких-либо закономерностей изменений общей биомассы в зависимости от температурных условий. Во все периоды ее значения в прибрежной зоне (до 72° с.ш.) были примерно одинаковыми (рис.3). Что касается распространения биомассы вдоль разреза в целом, то наибольшие ее величины были отмечены в конце 40-х годов, наибольшие вариации – в конце 60-х. Сходство распределения различных видов в прибрежных водах было максимальным в середине 30-х и 90-х годов.

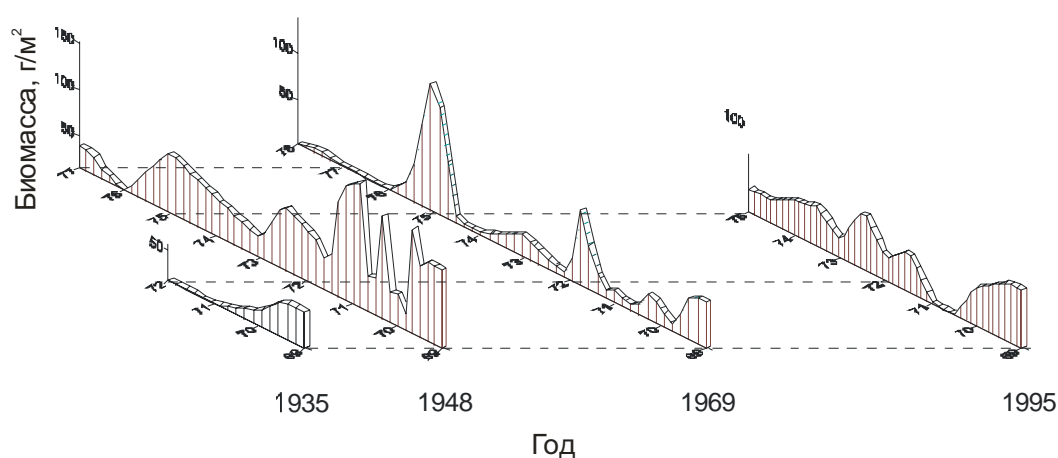


Рис.3. Распределение биомассы зообентоса вдоль разреза «Кольский меридиан» в различные периоды исследований

В 1947 и 1995 гг. на большей части станций вдоль разреза обитало одно и то же сообщество с преобладанием бореально-арктической полихеты *Spiochaetopterus typicus*. В 1935 г. этот вид также относился к доминирующим, но уступал бореально-арктической морской звезде *Ctenodiscus crispatus* и субтропическо-бореально-арктической полихете *Maldane sarsi*. Последняя также доминировала вдоль всего разреза в 1969 г. На прибрежных станциях до 70° с.ш. *M.sarsi* была отмечена среди преобладающих форм во все периоды, что, вероятно, обусловлено более низкой температурой воды в придонном слое на первой станции по сравнению со второй. Кроме того, еще В.А.Броцкая и Л.А.Зенкевич (1939) указывали на возможность существования в популяциях *M.sarsi* двух рас, различающихся температурной толерантностью.

Таким образом, в периоды сравнительно устойчивого потепления (в середине 40-х и конце 80-х-начале 90-х годов) видовой состав донных

сообществ в Баренцевом море вдоль разреза «Кольский меридиан» был сходным и характеризовался преобладанием *S.typicus*, тогда как непосредственно после похолодания 60-х годов в нем доминировала *M.sarsi*. Небольшой объем материала не позволяет однозначно судить о видовом составе и основных формах донных сообществ в 1935 г., однако можно утверждать, что на станциях южнее 72° с.ш. их структура по своим характеристикам была промежуточной между 1947 или 1995 гг. Наблюдениям в 1935 г. предшествовали периоды как с позитивными, так и с негативными температурными аномалиями.

В настоящее время преждевременно делать какие-либо заключения о том, являются ли те или иные доминирующие формы индикаторами периодов потепления или похолодания в Баренцевом море. Вполне возможно, что особенности структуры донных сообществ, зарегистрированные в различные годы, либо отражают более тонкие гидрологические изменения, нежели мы анализируем, либо являются результатом межвидовых взаимодействий или следствием антропогенного влияния.

Анализ результатов, полученных предшествующими исследователями, показывает, что сопоставление материалов фаунистических сборов, выполненных в разные периоды, часто приводит к неправильным выводам. Так, например, Р.Блэкер (Blacker, 1957, 1965), сравнивая распределение атлантических и арктических видов зообентоса по результатам наблюдений 1878-1914 гг. (51 станция), 1923-1931 гг. (129 станций) и 1949-1955 гг. (более 200 станций), выполненных разными методами и орудиями лова, пришел к выводу о расширении в результате потепления ареалов атлантических видов вокруг о-ва Медвежий и у западных берегов Шпицбергена. Позже М.Дайер с соавторами (The distribution of benthic..., 1984) сопоставили результаты, полученные в 1978-1981 гг. (период похолодания), с данными Р.Блэкера 1949-1959 гг. и не смог полностью подтвердить выводы последнего. Причины этого мы видим в неодинаковом объеме сравниваемого Р.Блэкером материала, в различиях орудий и методов лова, а также в рыбохозяйственной ориентации отдельных экспедиций.

В свое время Н.П.Танасийчук (1929) указывал, что количество видов, появление которых в Кольском заливе может быть связано с потеплением, очень невелико. При этом Е.Ф.Гурьянова (1927) в противоположность К.М.Дерюгину (1925) объясняла нахождение новых форм в заливе неполнотой предшествующих исследований или обитанием их в ранее не изученных местах. Она же показала, что на различных участках разреза «Кольский меридиан» одновременно может происходить расширение ареалов как бореальных, так и арктических форм. К сожалению, отсутствие каких-либо статистических критериев при анализе картографической

информации вынуждает рассматривать большинство таких выводов как чисто субъективные.

Нам представляется, что бореальные формы, среди которых много видов с планктонной личинкой, реагируют на повышение температуры изменениями структуры ареалов обитания гораздо быстрее, чем арктические реагируют на понижение температуры, поскольку личинки последних обычно лишены продолжительных планктонных стадий (Thorson, 1935). Основное влияние на жизнедеятельность организмов оказывает не среднегодовая температура, а температура в биологически значимые сезоны (периоды созревания, размножения, личиночного развития и т.д.). Поэтому в результате климатических флюктуаций изменяются не границы или площадь ареалов обитания каких-либо видов, а численность особей в пограничных популяциях, с чем в основном и имеют дело большинство исследователей (Galkin, 1998).

К неверным выводам об изменениях в донной фауне могут также приводить мозаичность в распределении поселений многих видов зообентоса, несовпадение координат станций сбора материала, большие погрешности в определении местонахождения судов (это часто наблюдалось в предыдущие годы), использование в качестве индикаторных видов мелких форм, которые могли быть не замеченными при более ранних исследованиях в связи с несовершенством орудий лова.

Дополнительные затруднения возникают при выделении значимых для отдельных гидробионтов периодов потепления и похолодания во временных температурных рядах. Использование в этих целях локальных трендов, как правило, осложняется проблемой выбора длины отрезка, определяемого средней продолжительностью жизни поколений конкретных видов. Кроме того, ряды с трендами одинакового наклона, но разного возвышения, могут иметь очень тесную корреляционную связь, однако характеризуют различные температурные условия. Одинаковые суммы так называемых накопленных температур для отрезков с абсолютно противоположными трендами также будут отражать совершенно противоположные процессы. Некоторые минимумы и максимумы, ясно различимые в температурном ряде для слоя 0-200 м, на отдельных участках в придонном горизонте могут не прослеживаться, и наоборот (рис.4). Поэтому при анализе и прогнозировании распределения различных гидробионтов в Баренцевом море необходимо пользоваться более конкретной и детальной информацией, отражающей особенности биологии тех или иных организмов (Бочков, Ожигин, Сарынина, 1983).

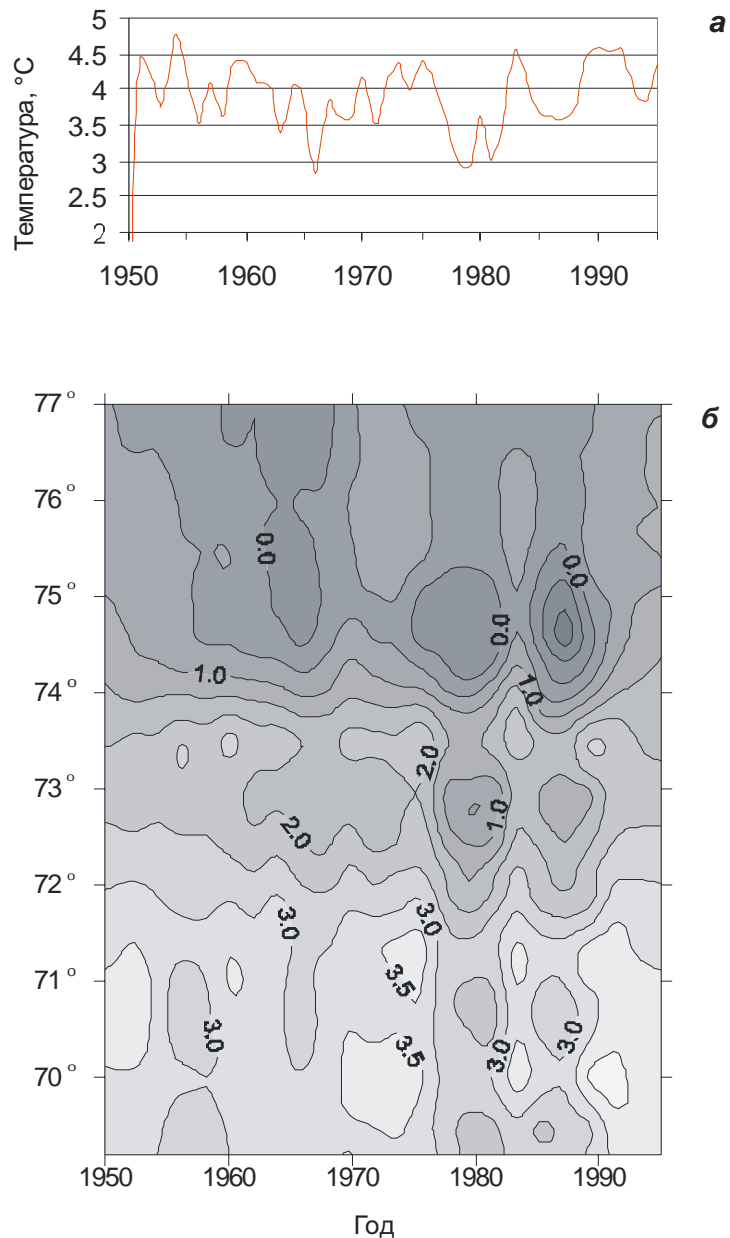


Рис.4. Многолетние изменения среднегодовой температуры воды в слое 0-200 м на гидрологических станциях № 3-7 (а) и придонном слое вдоль разреза «Кольский меридиан» (б)

Не все исследователи учитывают тот факт, что усиление или ослабление поступления атлантических вод из Норвежского моря сказывается на температурных условиях восточных районов Баренцева моря с задержкой в один год. Процесс охлаждения этих водных масс за счет теплообмена с атмосферой протекает относительно самостоятельно и преимущественно в зимний период. (Климатический атлас Баренцева моря, 1998). В результате температурные аномалии атлантических вод,

пересекающих с запада разрез «Кольский меридиан», могут в дальнейшем не соответствовать таковым в более восточных районах моря, особенно в придонных слоях. Это явление представляется нам одной из основных причин безуспешных попыток объяснить изменения в донной фауне восточных районов Баренцева моря на основании анализа только лишь температурного ряда для слоя 0-200 м на станциях № 3-7 разреза «Кольский меридиан».

Продолжение исследований многолетних изменений зообентоса в Баренцевом море представляется нам перспективным только в случае применения современных статистических методов обработки архивной информации и получения новых данных путем проведения по стандартной схеме долгопериодного мониторинга бентосных сообществ количественными гидробиологическими методами на конкретном полигоне с фиксированными станциями. Следует уделять больше внимания изучению антропогенного воздействия, которое все заметнее проявляется во многих регионах и уже может рассматриваться как основная причина многолетних изменений зообентоса в Северном море (Kroncke, 1995).

Список использованной литературы

Адров Н.М., Денисенко С.Г. Океанографическая характеристика Печорского моря//Биогеоценозы перигляциальных шельфов морей западной Арктики. Часть 2. Донная фауна и условия ее существования (Печорское море) – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1996. – С.164-179.

Антипова Т.В. Распределение биомассы бентоса Баренцева моря//Тр./ПИНРО. – 1975. – Вып.35. – С.121-124.

Бочков Ю.А. Прогноз температуры воды в Баренцевом море на 1965-1970 гг.//Материалы сессии Ученого совета ПИНРО по результатам исследований в 1964 г. – Мурманск, 1964а. – Вып.4. – С.64-75.

Бочков Ю.А. О долгопериодных колебаниях термики Баренцева и Норвежского морей//Тр./ПИНРО. – 1964б. – Вып.16. – С.217-288.

Бочков Ю.А. Ретроспектива температуры воды в слое 0-200 м на разрезе «Кольский меридиан» в Баренцевом море (1900-1981 гг.)//Экология и промысел донных рыб Северо-Европейского бассейна: Сб. науч. тр./ПИНРО. – Мурманск, 1982. – С.113-122.

Бочков Ю.А., Ожигин В.К., Сарынина Р.Н. Вертикальное распределение воды на разрезе «Кольский меридиан» в 1951-1980 гг. (справочный материал). – Мурманск, 1983. – 171 с.

Броцкая В.А., Зенкевич Л.А. Количественный учет донной фауны Баренцева моря//Тр./ВНИРО. – 1939. – Т.4. – С.3-150.

Галкин Ю.А. Многолетние изменения в распределении двустворчатых моллюсков в южной части Баренцева моря/Новые исследования планктона и бентоса Баренцева моря: Тр./ММБИ. – 1964. – Вып.6(10). – С.22-40.

Галкин Ю.И. О путях расширения ареалов бореальных видов в процессе «потепления Арктики» (на примере моллюска *Iothia fulva* – Gastropoda: Lepetidae)//Бентос Баренцева моря. – Апатиты: Изд-во КНЦ АН СССР, 1984. – С.11-32.

Гурьянова Е.Ф. К фауне Кольского залива, Баренцева, Карского и Белого морей и Новой Земли//Тр. Ленинградского общества естествоиспытателей. – 1927. – Т.57, вып.1. – С.23-37.

Гурьянова Е.Ф. Условия жизни в Белом море//Рыбное хозяйство Карело-Финской ССР. – 1947. – Вып.6. – С.61-73.

Дерюгин К.М. Фауна Кольского залива//Записки Акад. Наук. 8 Сер. по Физ.-мат. Отд. – 1915. – Т.34, № 1-9. – С.1-929.

Дерюгин К.М. Баренцево море по Кольскому меридиану (33°30' в.д.)//Тр./Северной научно-промысловой экспедиции. – 1924. – Вып.19. – С.3-103.

Дерюгин К.М. К фауне Кольского залива. 4/Работы на Мурманской Биологической станции в 1921 г.//Тр./Петрогр. общества естествоиспытателей. – 1925. – Т.54, № 1. – С.3-16.

Климатический атлас Баренцева моря. Температура, соленость, кислород/Матишов Г.Г., Зуев А.Н., Голубев В.А. и др. Версия 1. – Мурманск-Вашингтон, 1998. – 24 с.

Книпович Н.М. Основы гидрологии Европейского Ледовитого океана. – СПб., 1906. – 1510 с.

Книпович Н.М. О термических условиях Баренцева моря в конце мая 1921//Бюлл. российского гидр. ин-та. – 1921. – Вып.9. – С.10-12.

Ландсберг Х.Е. Антропогенные изменения климата//Физическая и динамическая климатология. – Л.: Гидрометеиздат. – 1974. – С.267-313.

Несис К.Н. Изменения донной фауны Баренцева моря под влиянием колебаний гидрологического режима (На разрезе по Кольскому меридиану)//Сов. рыбохоз. исслед. в морях Европейского Севера. – М., 1960. – С.129-137.

Сарынина Р.И. О сезонных и годовых изменениях температуры воды на Кольском меридиане//Материалы рыбохоз. исслед. Сев. бас. – 1967. – Вып.10. – С.150-156.

Танасийчук Н.П. Зоологические результаты рейса до 75° с.ш. по Кольскому меридиану в августе 1925 г.//ДАН СССР. – 1925. – № 21. – С.359-363.

Танасийчук Н.П. Материалы к познанию фауны Баренцева моря//Тр./МБС. – 1929. – Т.3. – С.1-31.

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

Фукс Ю.А. Некоторые статистические особенности аномалий температуры воды южной части Баренцева моря//Прогнозы и расчеты гидрометеорологических элементов северных морей: Тр./ААНИИ. – 1980. – Т.348. – С.65-69.

Хромов С.П. Солнечные циклы и климат//Метеорология и климатология. – 1973. – № 9. – С.93-110.

Черемисина В.Т. К зоогеографии Баренцева моря//Тр./МБС. – 1948. – Т.3. – С.293-298.

Шорьгин А.А. Иглокожие Баренцева моря//Тр./МНИ. – 1928. – Т.3, вып.4.

Blacker R.W. Benthic animals as indicators of hydrographic conditions and climatic changes in Svalbard waters//Fish. Invest. – Ser.2, 1957. – Vol.20, № 10. – P.1-49.

Blacker R.W. Recent changes in the benthos of the West Spitsbergen fishin grounds//Spec. Publ. Intern. Com. North-West Atl. Fish. – 1965. – Vol.6. – P.791-794.

The distribution of benthic hydrographic indicator species in Svalbard waters, 1978-1981/Dyer M.F. et al.//J.Mar. Biol. Assoc. U.K. – 1984. – Vol.64, № 3. – P.667-677.

Galkin Yu. I. Long-term changes in the distribution of molluscs in the Barents Sea related to the climate//Berichte zur Polarforschung. – 1998. – Vol.287. – P.100-143.

Kroncke I. Long-term changes in North Sea benthos//Senckenbergiana marit. – 1995. – Vol.26, № 1-2. – P.73-80.

Slagstad D., Stokke S. Simulering av stromfelt, hydrografi, isdekke og prim produksjon i det nordlige Barentshav//Fisken og havet. – 1994. – № 9. – P.1-47.

Thorson G. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates//Reprinted from Biological reviews. – 1950. – Vol.25. – 45 pp.