

УДК 597.001.8+639.2.001.5: (341.24: 639.2.055) (261.1)

А.М. Орлов, В.И. Винниченко (ПИНРО), А.В. Долгов (ПИНРО)

## Международное сотрудничество в ихтиологических и рыбохозяйственных исследованиях в районе Срединно-Атлантического хребта в рамках проекта МАР-ЭКО<sup>1</sup>

Первой страной, начавшей ширококомасштабные рыбохозяйственные исследования и освоение запасов глубоководных рыб на Срединно-Атлантическом хребте (САХ), был Советский Союз. Регулярные работы отечественным флотом здесь проводятся с середины 70-х гг. прошлого столетия. Общий объем добычи тупорылого макруруса *Coryphaenoides rupestris* и низкотелого берикса *Beryx splendens* судами СССР/России в районе САХ за истекший период превысил 200 тыс. т, что составляет около 90% международного вылова. Наша страна на протяжении многих лет являлась лидером и владельцем уникальных данных по биологии и запасам глубоководных рыб, несмотря на то что в последнее десятилетие исследования на российских судах в этом потенциально важном для отечественного добывающего флота районе практически не проводятся, а ежегодный вылов России не превышает 2 тыс. т.

В последние годы в районе САХ наблюдается активизация зарубежных исследований и промысла. Наибольший интерес к этому району проявляют Испания, Исландия, Норвегия, Португалия, Польша, Фарерские острова, которыми здесь проведены несколько исследовательских экспедиций и осуществлялся промысел тупорылого макруруса, атлантического большеголова *Hoplostethus atlanticus*, гигантского окуня *Sebastes marinus*, черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides*, менька *Brosme brosme*, голубой щуки *Molva dypterygia*, бурого каменного окуня *Polyprion americanus* и низкотелого берикса. Как логическое продолжение усилий в этом направлении следует рассматривать международный проект МАР-ЭКО по комплексному исследованию биоты САХ (между Исландией и Азорскими островами), в котором задействованы значительные ресурсы целого ряда стран (Австрии, Великобритании, Германии, Дании, Исландии, Испании, Ирландии, Канады, Нидерландов, Норвегии, Польши, Португалии, России, Франции, Швеции и США).

Проект МАР-ЭКО является пилотным в ряду научных проектов, проводимых в рамках десятилетней международной научной программы «Перепись морской жизни (Census of marine life – CoML)», которая направлена на оценку биологического разнообразия и понимание особенностей распределения и численности морских организмов в Мировом океане. Главной целью проекта является выяснение состава и особенностей распределения, численности и трофических отношений организмов, населяющих САХ, определение и моделирование экологических процессов, вызывающих изменение структуры биоты.

Руководство проектом осуществляет комитет, в который входят ведущие в области изучения биологии больших глубин Мирового океана ученые из разных

<sup>1</sup> При подготовке статьи использованы материалы и официальные документы МАР-ЭКО.

стран: Одд Аксел Бергстад, Институт морских исследований, Норвегия (Dr. Odd Aksel Bergstad, Institute of Marine Research, Norway); Питер Бойл, Абердинский университет, Шотландия (Prof. Peter R. Boyle, Department of Zoology, University of Aberdeen, Scotland); Рикардо Сантос, Азорский университет, Португалия (Dr. Ricardo Serrao Santos, Departamento de Oceanografia e Pescas, Universidade dos Acores, Portugal); Паскаль Лоранс, Франция (Dr. Pascal Lorance IFREMER, France); Юджин Бэрсон, Вирджинский институт морских наук, США (Prof. Eugene M. Burreson, Director for Research and Advisory Services, Virginia Institute of Marine Science, USA); Майкл Веккионе, Национальный музей естественной истории, США (Dr. Michael Vecchione, National Systematics Laboratory, National Museum of Natural History, USA); Олафур Астторссон, Морской институт Исландии, Исландия (Dr. Olafur S. Astthorsson, Marine Institute of Iceland, Iceland); Уве Пьятковски, Кильский университет, Германия (Dr. Uwe Piatkowski, Institut für Meereskunde an der Universität Kiel, Germany); Ульф Бемстедт, Бергенский университет, Норвегия (Prof. Ulf Bemstedt, University of Bergen, Department of Fisheries and Marine Biology, Norway), Андрей Гебрук, Институт океанологии им. П.П. Ширшова, Москва, Россия.

Рассматриваемый проект состоит из трех основных компонентов: зоопланктон, пелагический нектон и демерсальный нектон, последний из которых, в свою очередь, подразделяется на четыре составляющих:

DN 1 – особенности распределения и видового состава демерсальных рыб по отношению к различным местам обитания на САХ;

DN 2 – пространственно-генетическая структура промысловых глубоководных видов Северной Атлантики;

DN 3 – сообщества эпибентосных и бентопелагических беспозвоночных, распределение и экология;

DN 4 – исследования жизненных циклов демерсальных рыб.

Представители российских рыбохозяйственных институтов (ВНИРО, ПИНРО и АтлантНИРО) задействованы, главным образом, в проекте «Демерсальный нектон» (DN 1 и DN 4), поэтому настоящая статья освещает в основном исследования, проводимые в рамках указанного проекта.

## **Сведения общего характера для обоснования проекта**

Срединные океанические хребты образуют в океане относительно мелководные районы, глубины которых сопоставимы с глубиной залегания континентальных склонов и наиболее глубоководных морских банок соседствующих континентов. Однако хребты имеют более сложную топографию, меньше осадков и образованы из очень твердых пород вулканического происхождения. Кроме того, большинство хребтов отличается от континентальных склонов тем, что они расположены на большом расстоянии от основного материкового массива. Северная часть САХ отделена от континентов обширными глубоководными равнинами. Лишь на севере прослеживаются относительно непрерывные более мелководные районы, связывающие САХ с континентами через Гренландский и Шотландский хребты, а другими связями с континентами являются несколько горных цепей, например, подводные горы Новой Англии. Азорские острова отделены от материковых массивов Европы и Америки обширными глубоководными районами.

Донные рыбы – это мобильные организмы (нектон), которые населяют воды, расположенные вблизи морского дна, и в научной литературе их распределение часто связывается с глубиной, свойствами субстратов и гидрографическими условиями. Однако на самом деле эти свойства являются результатом ряда исторических и происходящих в настоящее время процессов, таких, как колонизация, местная изоляция, вымирание, взаимодействие и адаптивная специализация. Разные процессы работают в различных пространственных и временных масштабах. С точки зрения эволюции, хребты являются наиболее молодыми частями океанического дна. Возможно, что нектон быстро колонизировал только что сформировавшееся морское дно, и на САХ этот процесс продолжается с момента рождения Атлантического океана. Хребет остается, по крайней мере, принципиально

доступным как для колонистов с мелководья континентов, так и для настоящих глубоководных видов материкового склона. Глубоководные рыбы обычно характеризуются обширными ареалами распространения, некоторые из них даже глобальными. Однако у отдельных видов часто имеются достаточно четко выраженные предпочтения к среде обитания, например к диапазонам глубины и температуры, к определенным местным особенностям, таким, как подводные возвышенности или другие топографические объекты, или к гидрографическим фронтам и вихревым образованиям.

Наблюдаемая в любой момент времени структура сообщества будет отражать начальный и настоящий процессы колонизации, смодулированные внутренними динамическими процессами сообществ, обитающих на хребте. Колонизация, прошлая и настоящая, может быть результатом миграции молодежи и взрослых особей и адвективного переноса икры и личинок из пелагиали. Что касается внутренней динамики, наиболее значимыми являются процессы местного пополнения и смертности. Однако относительная значимость этих внутренних динамических процессов и продолжающейся миграции и адвективного переноса по большей части не изучены, особенно в среде обитания срединных океанических хребтов, таких, как САХ.

Как донные, так и океанические донные рыбы связаны с дном и высоко мобильны, по крайней мере, на каком-то этапе жизненного цикла. Район исследований от Азорских островов до Исландии характеризуется крайней сложностью структуры, дающей глубоководным рыбам определенное разнообразие сред обитания. Длинная подводная горная цепь, вероятно, служит барьером для миграций, подводные горы могут быть местом рассеивания, каньоны и крутые обрывы, а также прикрепленная фауна твердого дна (кораллы, губки, мшанки и проч.) служат укрытием от хищников. По направлению с севера на юг отмечаются различия глубин и рельефа: от относительно пологих склонов хребта Рейкьянес к югу от Исландии до зон разломов и горных районов, расположенных южнее. На севере в циркуляции вод преобладает идущая с запада на восток ветвь Гольфстрима и связанный с ней субполярный фронт проходит рядом с зоной разлома Чарли-Гиббс. Циркуляция придонных вод также имеет стабильные характеристики, которые могут влиять на распределение бентоса. Например в районах, которые находятся под влиянием холодных глубинных вод, поступающих через Гренландский – Исландский хребет, ареал распространения ряда субарктических видов рыб, таких, как черный палтус, тянется на юг до зоны разлома Чарли-Гиббс.

## Рыболовство и промысловая разведка в районе исследований

В видовом составе промысловых рыб на САХ наблюдаются значительные широтные различия: от добычи холодноводных морских окуней *Sebastes* spp., тупорылого макруруса, белокорого палтуса *Hippoglossus hippoglossus*, черного палтуса и менька недалеко от Исландии и в средней части района до промысла бериксов и красноперего пагеля *Pagellus bogaraveo* на юге. Рыболовство у Азорских островов и над подводными возвышенностями имеет давнюю историю. В открытой части САХ первым в 70-х гг. XX в. начал разведку рыбных ресурсов СССР. В ходе рыбопоисковых работ советские суда обнаружили промысловые скопления тупорылого макруруса и низкотелого берикса [Trojanovsky, Lisovsky, 1995; Vinnichenko, 1998].

К настоящему времени на САХ российскими учеными и промысловиками выявлено более 30 подводных гор с промысловыми скоплениями тупорылого макруруса и три подводные горы с концентрациями низкотелого берикса. Общий советский/российский вылов на подводных горах САХ за период 1974–2001 гг. составил 205 тыс. т, в том числе 201 тыс. т тупорылого макруруса и 4 тыс. т низкотелого берикса. Максимальные уловы тупорылого макруруса, низкотелого берикса и гигантского окуня были получены в первые годы промысла. Уменьшение объемов вылова в последующие годы было обусловлено уменьшением плотности скоплений рыб и снижением производительности промысловых судов [Shibanov et al., 2002].

Только спустя два десятилетия после начала работы судов СССР в районе САХ начали работать рыболовные флотилии других европейских стран. В 90-е гг.

прошлого века здесь довольно активно работали польские траулеры, основным объектом промысла которых был тупорылый макрурус. В этот же период Фарерские острова вели лов атлантического большеполова *Hoplostethus atlanticus* [Thomsen, 1999], вылов которого, однако, не превышал 1,2 тыс. т. Обнаружение концентраций гигантского окуня, менька и черного палтуса на хребте Рейкьянес в 1996 г. привело к кратковременному повышению промысловой активности ярусоловов Норвегии и некоторых других стран. Однако рентабельный промысел продолжался здесь всего один сезон и спустя два года прекратился [Hareide, 1998]. Следует также отметить, что в отдельные годы специализированный сезонный промысел голубой щуки в районе хребта Рейкьянес вели исландские и французские траулеры [Magnusson, Magnusson, 1995].

Большой интерес привлекает к себе плато Хаттон-Роколл. Впервые промысловые скопления глубоководных рыб здесь были обнаружены около 30 лет назад советскими научно-поисковыми судами, однако этот промысловый ресурс отечественным флотом не использовался. В последние годы активный промысел на плато Хаттон-Роколл ведут испанские и норвежские суда. В 2000–2001 гг. испанский траловый флот вылавливал здесь 15–24 тыс. т, в основном тупорылого макруруса и гладкоголова. Норвежские суда на плато Хаттон ведут промысел в основном ярусами, которыми в 2001 г. выловлено 2,9 тыс. т, преимущественно черного палтуса, менька, голубой и морской щук. По предварительным данным, в 2002–2003 гг. объемы норвежского вылова в этом районе снизились до 1,6–1,8 тыс. т. В 2004 г. российский ярусник обнаружил скопления морской щуки и менька на открытых участках банки Роколл и выловил здесь более 200 т этих видов рыб [Винниченко, 2005].

Промысловые и поисковые работы последних 30 лет только отчасти дополнили наши знания об экосистемах САХ, а также сообществах и процессах, которые оказывают влияние на формирование и функционирование сообществ рыб данного района. Основной задачей промысловой разведки являлось обнаружение сырьевых ресурсов, поэтому в ходе поисковых работ проблемам академической науки уделялось недостаточно внимания. К сожалению, крайне мало исследований было направлено на изучение систематики рыб и основных биологических и экологических особенностей различных видов. Кроме того, большая часть полученной информации до сих пор остается относительно недоступной вследствие малочисленности публикаций по результатам поисково-промысловых экспедиций.

## Научные исследования

Важной предпосылкой для понимания основных экологических процессов, которые формируют структуру и районирование сообществ, а также трофические взаимосвязи в океане, является знание видового состава рыб и их распределения в различных масштабах. Это, в частности, касается фауны, обитающей на крайне структурированном и сложном в гидрологическом плане дне глубоководных районов континентального склона, океанских островов, подводных возвышенностей или хребтов. Особое место занимают экологические и биогеографические исследования глубоководных рыб, так как эти крупные в большинстве своем мобильные организмы могут сравнительно легко отбираться с помощью традиционных промысловых методов и использоваться в качестве показателей как долгосрочных, так и текущих процессов развития адаптивной специализации под воздействием доминирующих физических и биотических условий среды в вертикальном или горизонтальном районировании [Merrett, Haedrich, 1997]. Более того, обитающие на склоне глубоководные рыбы также представляют промысловый интерес. Опираясь на полученные знания о прямом и опосредованном воздействии рыболовства на рыбные сообщества мелководных районов и накапливающиеся свидетельства того, что глубоководные рыбы отличаются особенно медленным ростом и низкими темпами воспроизводства, неоднократно высказывалось мнение о том, что для осуществления устойчивого глубоководного рыболовства крайне необходим сбор основных биологических и экологических данных. Это касается и промысловых районов Северной Атлантики [Merrett, Haedrich, 1997; Haedrich et al., 2001; Anon., 2002].

В отношении глубоководных рыб Северной Атлантики до сих пор были доступны лишь разрозненные данные наблюдений, полученные в ходе различных поисковых рейсов в глубоководные районы, которые не обеспечивают достаточного охвата более крупных биогеографически значимых районов и не позволяют в меньшем масштабе построить подробные карты распределения относительной численности и разнообразия рыб этого района. Большей частью предыдущие исследования распределения глубоководных рыб в Северной Атлантике сосредотачивались на водах материкового склона [Haedrich, Merrett, 1988; Merrett, Haedrich, 1997]. Более масштабные научные исследования, проводившиеся на европейском и американском склонах были связаны в анализом распределения лишь отдельных видов и сообществ (Роколл, Африка, Новая Англия, Канада). Кроме того, подробные данные о видовом составе и характере распределения собраны по Датскому проливу и проливу между Фарерскими и Шетландскими островами. По САХ источники большей части научных данных устарели, например, экспедиции «Челленджер» 1873–1876 гг. [Gunther, 1887] и Североатлантическая экспедиция Мюррея и Йорта [Murray, Hjort, 1912], но есть и достаточно свежие материалы [Кузнецов, 1985; Кукуев, 1991; Zaferman, 1992; Vinnichenko, 2002], а также данные исследовательских программ по гидротермальным выходам [Saldanha et al., 1996 и др.]. Много работ посвящено фауне островных склонов и прибрежной фауне Азорских и Канарских островов и о. Мадейра [Uiblein et al., 1996 и др.], а также фауне подводных возвышенностей с обеих сторон САХ [Ehrich, 1977; Кукуев, 1991; Rogers, 1999]. Значительная доля сведений о рыбах исследуемого района получена в ходе отраслевых исследований, проводимых некоторыми государствами, такими, как СССР (Российская Федерация), Польша, бывшая ГДР, а в последнее время и Испания, Норвегия и Фарерские острова. По большей части эти данные официально не опубликованы, но доступны в качестве отчетов, например, представляемых в ИКЕС или национальным властям.

За редким исключением основные средства наблюдений, которые применяются в Северной Атлантике для исследования глубоководных рыб, — это крупные траулеры, позволяющие приемлемо изучать лишь пространственно однородные районы дна вдоль шельфа или континентального склона или глубоководные равнины. Однако в нескольких районах континентальных вод и почти везде в океанических районах склоновых вод (т.е. вокруг океанических островов, хребтов или подводных возвышенностей) большие наклоны дна, и что еще более важно, часто сложная топография не позволяют осуществлять траловые съемки. Более того, тралы могут принести значительные разрушения эпифауне, обитающей в осадках [Hall-Spencer et al., 2001]. Кроме того, обычно эффективная работа тралов связана с глубинами от одного до нескольких километров и поэтому не позволяет получить приемлемые данные для картирования небольших рыбных скоплений (например, в каньонах) или сообществ видов, обитающих в микросредах донных структур. Последние исследования с использованием традиционных методов, таких, как ярусный лов, или исследования *in situ* с помощью неагрессивных методов, таких, как обитаемые подводные аппараты и ROV (необитаемые подводные аппараты с дистанционным управлением), показали, что эти методы позволяют проводить такие мелкомасштабные исследования с учетом сложности среды обитания, которую определяют местное разнообразие топографии и пространственно-временные гидрологические факторы [Uiblein et al., 1996, 1998, 2001; Logance et al., 2002 и др.]. Стандартизация применения таких методов позволяет проводить сравнительные исследования и в большем биогеографическом масштабе. Следует применять этот метод и для сравнения с данными, собранными в ходе предшествующих траловых съемок, но в основном на менее структурированном или глубоководном дне с мягкими осадками, что позволит получить данные о временной изменчивости в составе фауны [Fock et al., 2002]. Эти методы наблюдений использованы в МАР-ЭКО во всех трех районах съемки, чтобы можно было сопоставить задачи и гипотезы, которые изложены в следующих главах.

## Проблемы

Многое из того, что мы знаем о глубоководных видах в Атлантике, дали нам траловые и ярусные съемки в склоновых водах и, как уже говорилось выше, источники этих данных либо устарели, либо малодоступны. Это означает, что в действительности наши знания о встречаемости и особенностях распределения глубоководных рыб на САХ очень ограничены. На повестку дня сегодня перед наукой поставлены важные вопросы, касающиеся эволюции фауны и биологического разнообразия. Кроме того, чтобы получить более качественные базовые данные, например, для управления промыслом с учетом биологического разнообразия и среды обитания, требуется проведение систематических исследований с использованием последних научных знаний и методов наблюдений. Таковы предпосылки исследований демерсального нектона в рамках проекта МАР-ЭКО, а главными вопросами, на которые будут получены ответы в результате осуществления указанных работ, являются следующие:

1. Какие донные виды рыб обитают на САХ?
2. Какова их относительная численность и предпочтения относительно среды обитания?
3. Существуют ли в районе исследований различимые скопления рыб и каковы особенности их распределения?
4. Каковы различия видового состава ихтиофауны и особенностей распределения рыб на САХ и в склоновых водах соседних континентов?

Для решения этих вопросов задействованы разнообразные современные методы наблюдения и анализа, лучшие специалисты в систематике и биологии рыб, современные методы статистического анализа и моделирования характера распределения, структуры сообществ и популяций. В рамках проекта также планируется изучить и систематизировать ретроспективные данные и провести их сравнение с результатами, полученными в ходе съемок на прилегающем континентальном склоне. Большая часть работ сосредоточена в пределах трех подрайонов МАР-ЭКО (рис. 1), в частности, в районе разлома Чарли-Гиббса.

## Основные гипотезы

Проверка конкретных гипотез будет осуществляться путем сравнения сообществ рыб и популяций видов в различных районах и в разных пространственных масштабах.

1. В масштабе бассейна САХ характеризует рыбная фауна, которая не может считаться простым продолжением фауны, обитающей на соседних материковых склонах. И хотя некоторые виды встречаются на тех же глубинах, что и на материковых склонах, предполагается, что будет обнаружен более сложный характер распределения, отражающий: а) обмен фауной между обеими сторонами САХ; б) наличие барьеров распространения, например, сам хребет или большие расстояния между изолированными подводными возвышенностями; в) повышенные скорости рассеивания/обмена в том случае, если соседние подводные возвышенности играют роль «центров» рассеивания; г) влияние крупномасштабных океанологических факторов (например, Гольфстрим, субполярный фронт, глубоководная циркуляция через разломы); д) активные процессы рассеивания и адаптивной специализации под воздействием особых условий среды.

2. В масштабе самого хребта широтные особенности продуктивности поверхностного слоя, связанные с климатическими явлениями, могут обуславливать широтный рисунок распределения рыбных скоплений, параллельный ареалам распределения вдоль континентального склона. Однако течения и фронты, находящиеся под влиянием батиметрических особенностей САХ, также могут обуславливать большую сложность характера распределения.

3. В масштабе мезо- и микросред обитания топография оказывает самое сильное влияние на характер распределения рыб, их разнообразие и численность. Взаимодействие с гидрологическими условиями может провоцировать местное поднятие или опускание, адвекцию или современную изменчивость. Это должно

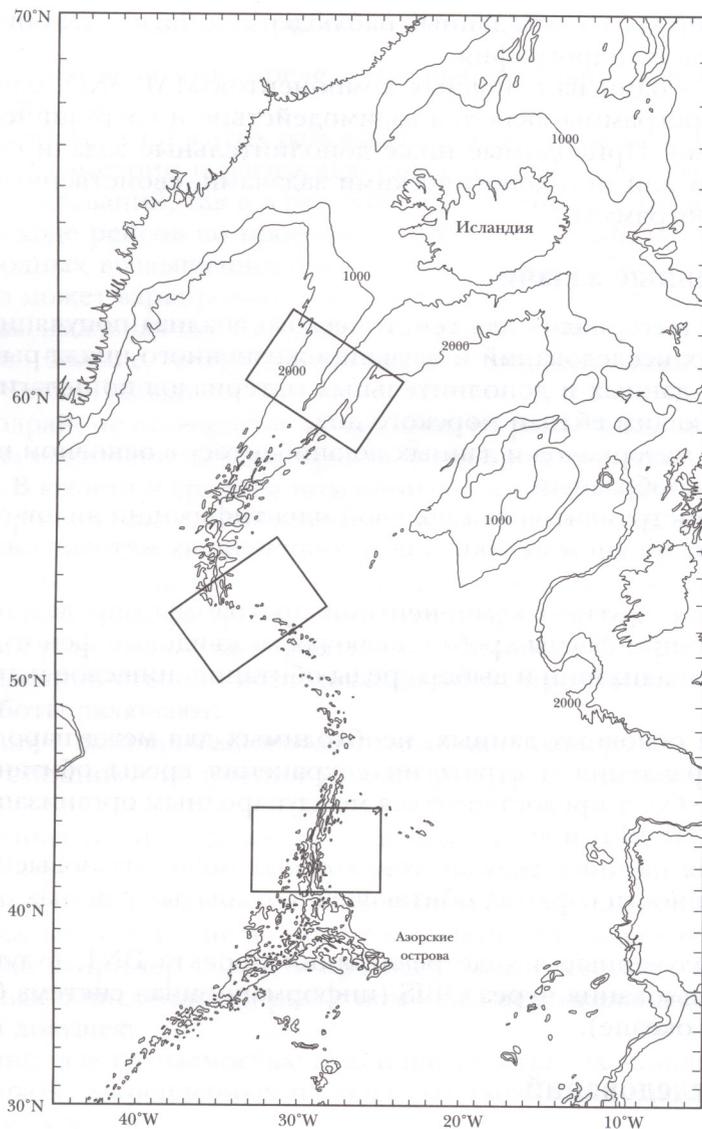


Рис. 1. Район исследований МАР-ЭКО и расположение трех основных подрайонов

отражаться на переносе пищи и возможности ее нахождения, эффективности питания, росте и энергетических затратах на способы передвижения. Влияние на состав фауны может быть настолько велико, что встречается достаточно индивидуальный характер выбора среды обитания, который отражает видовую или скорее популяционную адаптацию к выраженным мелкомасштабным и современным абиотическим и биотическим факторам.

### Основные задачи

Для проверки выше названных центральных гипотез должны быть решены четыре основные задачи проекта «Демерсальный нектон», для чего мобилизованы лучшие специалисты, исследовательские форумы и технологии.

1. Проанализировать и описать видовой состав в трех подрайонах МАР-ЭКО и получить материалы и дополнительные данные о любых новых видах или новых находках.

2. Картировать и моделировать распределение видов и сравнить результаты с особенностями распределения в прилегающих районах Северной Атлантики.

3. Сравнить структуру сообществ в различных районах, включая также данные по разбросанным подводным возвышенностям и континентальным склонам по обе стороны САХ.

4. Проанализировать связь данных наблюдений с физическими факторами, такими, как глубина и гидрография.

Проект DN1 – один из основных компонентов MAP-ЭКО, однако обязательным условием программы является взаимодействие и сотрудничество с другими ее направлениями. Приводимые ниже дополнительные задачи связаны с таким сотрудничеством или методологическими задачами, свойственными нескольким компонентам программы.

### **Дополнительные задачи**

1. Получение материалов для генетического анализа популяционной структуры, трофических исследований и изучения жизненного цикла рыб.

2. Получение данных и дополнительных материалов по пелагическим рыбам, временно обитающим вблизи морского дна.

3. Получение материалов и данных по эпибентосу в основном по головоногим моллюскам и ракообразным.

4. Создание инструментов для полевой идентификации видов с использованием как классической систематики, так и современных методов визуального отображения.

5. В единстве с другими компонентами программы определение и описание процессов адаптации фауны хребта, включая межвидовые фенотипическую и генетическую специализации и выбор среды обитания, пищевое и двигательное поведение.

6. Получение основных данных, необходимых для международного развития устойчивого управления и стратегии сохранения среды обитания и ресурсов хребта, которые будут предоставляться международным организациям, например ИКЕС, ОСПАР, НЕАФК и др.

7. Публикация научных результатов, которая позволит повысить осведомленность общественности о фауне, обитающей в открытых районах океана, и ее экологии.

Сведения, полученные в ходе реализации проекта DN1, будут доступны для широкого использования через OBIS (информационная система биогеографических данных об океане).

### **Методы исследований**

#### *Компиляция данных предыдущих исследований, полевые справочники и руководства*

Прежде чем приступить к этапу полевых работ по проекту, были скомпилированы и разосланы участникам программы данные предыдущих научных и отраслевых исследований. Задачи, связанные исключительно с исследованием глубоководных рыб, требуют дополнительной работы, которая заключается в компиляции ссылок на источники данных и сведений, обзоры имеющихся отчетов, однако, на этом этапе не ведется полный сбор данных в общую базу данных или перепроверка имеющихся данных. Главная задача – изучить и представить информацию, которая имела бы непосредственное значение для последующей работы в море.

К другим задачам, решаемым с помощью этого метода, относится сбор литературы по систематике и определителям для видовой идентификации в ходе работ в море. Сюда может войти и подготовка справочных материалов с описаниями и изображениями видов, а также обучение сотрудников. Проведена также компиляция руководств и методик по многочисленным приборам и инструментам, чтобы выбрать те, которые будут использоваться, с целью обеспечения упрощения и эффективности наблюдения и стандартизации операций. Окончательные выводы о выборе приборов и орудий лова сделаны на основе тщательного изучения имеющихся вариантов, консультаций со специалистами и изучения литературы.

На этом начальном этапе определено, как будут фиксироваться и храниться данные, которые будут находиться в общем пользовании участников проекта и представляться в OBIS.

## Общая стратегия полевых работ

Данные о численности и распределении рыб собираются в трех подрайонах МАР-ЭКО (см. рис. 1).

Выбор мест наблюдений в этих районах был основан на самой новой и точной информации о батиметрии и распределении сред обитания, полученных как из предыдущих исследований, так и в результате последних работ по картированию, проведенных в ходе рейсов по программе МАР-ЭКО. Диапазон глубин включает вершины подводных возвышенностей (от 500–600 м до 3500 м), но нижняя граница диапазона может варьироваться между тремя подрайонами. В северном подрайоне САХ максимальная глубина работ составляет 2000 м, а в среднем подрайоне значительно больше, чтобы можно было исследовать весь диапазон глубин зоны разлома Чарли-Гиббса.

В каждом подрайоне проводится отбор проб на различных глубинах как на западном, так и на восточном склонах хребта, с выбором типичных и сопоставимых сред обитания. В южном и среднем подрайонах с наиболее сложной топографией требуется выбор подводных возвышенностей по обе стороны хребта. В среднем подрайоне сравнительные исследования проводятся на севере и на юге от зоны разлома Чарли-Гиббса, а также непосредственно в желобе центрального разлома. С учетом сложности рельефа хребта требуется сбор большого количества данных для определения районов с благоприятными условиями внутри каждого подрайона. До определенной степени исследования носят произвольный характер.

Полевые работы включают:

1. Наблюдения с помощью многочастотного эхолотатора для определения местоположения станций и получения точных топографических карт районов исследования;

2. Океанологические исследования на выбранных станциях: температура и соленость воды, скорость течений и изменчивость параметров с глубиной;

3. Сбор данных о численности рыб с помощью буксируемых донных орудий лова, таких, как малые и большие донные тралы или пелагические тралы, буксируемые вблизи дна, например трал для промысла атлантического большеголова;

4. Сбор данных о численности рыб с помощью вертикальных и донных постановок ярусов и ловушек;

5. Наблюдение за встречаемостью рыб и плотностью их скоплений с помощью камер с приманкой, закрепленных на лендерах (возможно также использование неперевариваемых меток);

6. Регистрация глубоководных рыб, среды обитания, размеров распространения, характера поведения вдоль разрезов с использованием наблюдений с ROV;

7. Наблюдение за встречаемостью и распределением рыб с обитаемых подводных аппаратов.

Проведение большей части полевых работ запланировано с использованием исследовательских судов, но фрахтуются и промысловые суда. Целью исследования не является стимулирование новых промыслов, однако промысловая разведка в соответствующих районах может дать дополнительные данные.

## Орудия лова и приборы

Успешность этапа полевых работ зависит от использования различных орудий как традиционных, так и новых, для лова глубоководных рыб. Район исследования является сложным, а орудия лова — селективными, и, как выявлено многими предыдущими исследованиями, ни один из методов наблюдений не может быть полностью адекватным. В числе традиционных орудий лова: тралы, ярусы и жаберные сети, которые используются в сочетании с ROV, лендерами, гидроакустическими приборами и обитаемыми подводными аппаратами.

*Донные тралы.* Обычные НИС оснащаются глубоководными тралами, но для получения данных, необходимых для расчета биомассы, например, одного из характерных для района видов рыб, атлантического большеголова, используются промысловые тралы. Эти тралы требуют наличия на борту судов капитанов с опытом глубоководного лова, способных осуществлять траления вдоль пиков

и других возвышенностей, на которых встречаются скопления данного вида. Выбор орудий лова в некоторой степени зависит от оротографии дна. Для определения подходящих для траления участков необходим предварительный сбор данных и картирование дна на основе акустической съемки. Для сравнения сообществ, обитающих на материковых склонах и САХ, следует использовать те же тралы, что были использованы ранее при проведении исследований на материковом склоне.

*Яруса.* Для съемки глубоководных видов, которые хорошо ловятся на наживку, полезным дополнением к тралам являются яруса. Поскольку тралы и яруса используются для промысла разных видов, идеально было бы сочетать оба орудия лова в паре. Аналитические методы для сравнения расчетов численности и биомассы, полученные с помощью этих орудий лова, не разработаны, и в этом направлении требуется дополнительная аналитическая работа. Яруса имеют много преимуществ при съемке фауны вдоль склонов подводных возвышенностей. На подводной горе Седло (южный подрайон) выполняются португальские (Азорские острова) ярусные съемки в рамках проекта OASIS. При этом используются яруса с ручным наживлением на маломерных судах. В других подрайонах работают зафрахтованные промысловые суда с автоматическими ярусами. Так как системы ярусов различны, главным параметром селективности выбран размер наживки, который должен быть единым во всех районах.

*Ловушки.* Для сбора образцов используются рыбные ловушки различных конструкций, в частности, на вершинах подводных гор и в районах, где применение буксируемых снастей невозможно.

*Жаберные сети.* Эти орудия лова рекомендуются для съемки эпибентоса и бентопелагических рыб, включая головоногих, рыб и ракообразных в самом широком размерном диапазоне. Для постановки таких орудий лова в глубоководных районах потребуются специалисты-промысловики, поэтому лучше всего использовать промысловое судно, работающее с жаберными сетями.

*Гидроакустические приборы.* Для получения данных о распределении и биомассе популяции видов, образующих скопления, в частности бентопелагических видов, используются эхолоты с буксируемыми или закрепленными на корпусе судна передатчиками. Для определения видов, дающих акустические сигналы, и для получения представления об их размерном составе, акустические приборы используются параллельно с донными тралениями. Многочастотные эхолоты применяются для съемки предполагаемых районов траления, особенно при отсутствии батиметрических данных.

*Лендеры (спускаемые аппараты с наживкой).* Предназначены для изучения биоразнообразия бентосных сообществ (рис. 2).

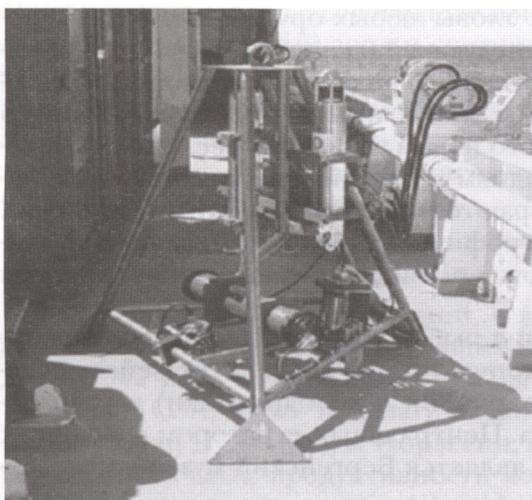
Могут использоваться для получения расчетов плотности популяций отдельных видов. Работа лендеров сочетается с другими операциями, такими, как донные траления или акустические съемки.

*ROV (подводные аппараты с дистанционным управлением).* Носители с видеокameraми и фотоаппаратами (рис. 3) используются для учета рыб на разрезах и для наблюдения за поведением и распределением фауны относительно микросред обитания.

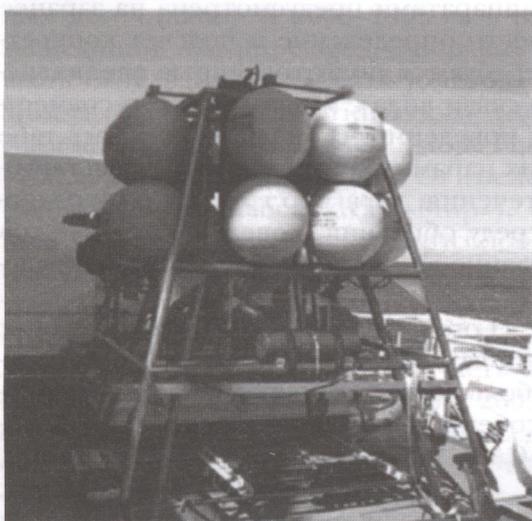
Возможно также осуществлять и определение размеров рыб. Управление ROV дешевле, чем подводными обитаемыми аппаратами, но первые имеют свои недостатки. Тем не менее ROV необходимы для получения данных в районах с неровным рельефом дна, где съемка с помощью буксируемых орудий лова невозможна.

*Подводные обитаемые аппараты (ПОА).* Этот метод имеет определенные преимущества при учете популяций на разрезах или на станции съемки. В последнее время достигнут некоторый прогресс в аналитических методах интерпретации таких данных и наработан большой опыт.

*Ихтипланктонные сети.* Используются для съемки с целью определения и изучения ранних пелагических этапов жизненного цикла глубоководных организмов. Необходимо несколько систем, включая MOCNESS и немецкую систему усиленных сетей. Пелагический этап жизненного цикла глубоководных организмов мало изучен. Для успешного использования этих систем требуется специальное

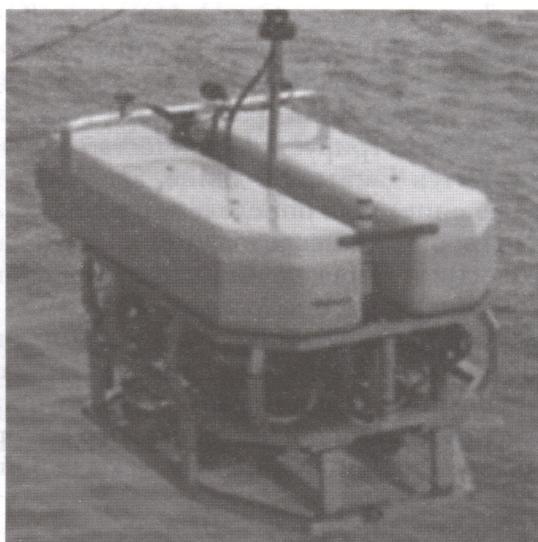


*a*

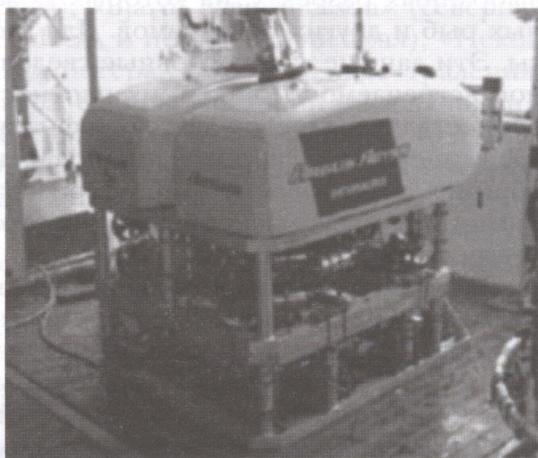


*б*

*Рис. 2.* Лендеры: *a* – ROVIO, *б* – DOVO



*a*



*б*

*Рис. 3.* Подводные аппараты с дистанционным управлением (ROV): *a* – Aglantha, *б* – Bathysaurus

время работы судна. Хотя мы мало знаем о времени нереста видов, обитающих на САХ, имеющиеся данные указывают на то, что оптимальным сезоном икорной съемки в пелагиали является весна.

Главную роль среди перечисленных снастей и приборов имеет арсенал традиционных орудий лова с соответствующей электроникой для мониторинга работы, а также готовый к работе ROV. ПОА смогли бы значительно расширить возможности исследований, но они не являются обязательными для решения основных задач проекта.

Ввиду отдаленности районов съемки и высокого риска потери буксируемых снастей абсолютным требованием является наличие запасных орудий лова и возможности их ремонта.

### **Сбор данных в море**

На каждой станции фиксируется следующая информация: координаты, глубина, тип и параметры орудия лова (размер ячеи, время застоя для пассивных орудий лова, характеристики буксировки по данным акустических датчиков, скорость буксировки, время и расстояние буксировки и проч.). При возможности фиксируются температура и данные о скорости и направлении течений.

Данные по рыбе включают в себя информацию о вылове различными орудиями лова, используемыми при съемке; наблюдения с ROV, обитаемых подводных аппаратов и лендеров, акустические данные.

Данные о вылове различными орудиями лова. Уловы любых орудий лова (тралы, ловушки, сети) подвергаются сортировке с последующей идентификацией рыб до наименьшего таксономического уровня, желательно до вида. По всем видам рыбы ведется определение размерного состава, из крупных уловов производится отбор проб. Регистрируется количество рыб каждого вида в улове и их вес. Регулярно собираются данные по длине, весу, полу и стадиям зрелости (макроскопическое определение). Для определения возраста отбираются отолиты или другие структуры.

Пробы для исследований систематики, трофической экологии, генетики, гистологии и определения паразитов отбираются по видам, определенным другими компонентами программы MAP-ЭКО.

В случае трудностей видового определения рыб, материалы будут исследоваться соответствующими специалистами по окончании рейсов. Во всех рейсах обеспечиваются условия для хранения проб (формалин и холодильники) и разработаны методики обработки такого материала. Центральным куратором собранных материалов, по крайней мере ряда рейсов, является Бергенский музей естественной истории.

*Наблюдения с ROV и ПОА.* Работа этими аппаратами предусмотрена на заранее выбранных разрезах, на которых можно вести определение и подсчет конкретных рыб и других организмов. Для этого требуются подготовленные специалисты. Эти данные дают основные сведения о связи вида с средой, о совместной встречаемости видов, их плотности и поведении. В аналогичном масштабе осуществляется и сбор данных о физических параметрах среды, таких, как глубина, температура, скорость и направление течения, характер грунтов и их разнообразие. Это позволит охарактеризовать среду обитания, поведение, стратегию питания и мелкомасштабный (пространственно-временной) характер распределения видов.

Опыт, полученный в Бискайском заливе [Lorance et al., 2000, 2002; Uiblein et al., 2001, 2002] и других районах, показывает, что некоторые виды рыб могут легко быть определены до уровня вида, ввиду большого разнообразия форм глубоководных рыб и нескольких характерных особенностей. Это относится к некоторым, вероятно, основным видам в районе САХ, таким, как *Coryphaenoides rupestris*, *Hoplostethus atlanticus*, *Beryx splendens*, Моридеи, *Helicolenus dactylopterus*, *Neocyttus helgae*, *Deania calceus*, *Centroscyllium coelolepis*. Однако определение видов может оказаться более сложным в отношении глубоководных катрановых (Squalidae) и кошачьих акул (Scyliorhinidae), а также гладкоголовов (*Alepocephalidae*), макрурусов (*Macrouridae*) и спиношипных угрей (*Notacanthidae*).

Желательны или требуются некоторые технологические новшества. Главные усовершенствования коснулись обработки изображения и масштабирования. До сих пор отсутствие приборов для измерения поля зрения, расстояния до организма и его размера ограничивали возможности наблюдения и видеозаписи. Создание системы масштабирования изображения позволяет проводить абсолютные расчеты плотности в мелком масштабе и определение размерного состава. Это является значительным дополнением к данным улова, так как предоставляет сведения из мест, недоступных для орудий лова (крутые склоны, крайне неровное дно), а также упрощает расчет уловистости для тех случаев, где применялись буксируемые орудия лова.

*Лендерфы.* Эти аппараты позволяют вести более длительные наблюдения, а также сравнительно дешевые краткосрочные наблюдения. Могут быть использованы несколько типов спускаемых аппаратов: ловушки с наживкой и приборами, стационарные аппараты для записи физических параметров и спускаемые аппараты, оснащенные для проведения наблюдений.

Постановка таких спускаемых аппаратов упрощает наблюдения за плотностью и встречаемостью рыб во времени (доступность, встречаемость в данной среде обитания, уровень активности), включая отклики на периодическое воздействие таких факторов, как освещенность и приливы.

Спускаемые аппараты, оснащенные видео- и фотокамерами, могут работать только непродолжительное время, ввиду ограниченности мощности батарей.

Они могут использоваться параллельно с ROV или ПОА. Наиболее полезными являются температурный зонд и счетчики скорости течений. С помощью дополнительных датчиков можно получить характеристики водных масс и среды обитания. Системы с наживкой позволяют определить плотность привлекаемых видов. Число привлеченных рыб и время/частота их приближения к наживке могут использоваться как показатели численности, если известны характер и скорость рассеивания струи запаха.

## Экспедиции

Ряд национальных экспедиций, в которых испытаны технические средства и апробирована техника предстоящих исследований в рамках проекта, был проведен в 2002 г. на НИС «Delaware» (СЗА, пелагические и донные тралы), «Seward Johnson» (СЗА, ПОА и пелагический трал), «Hekon Mosby» (воды Норвегии, ROV), «Johan Hjort» (воды Норвегии, испытание новой техники), «Discovery» (северная часть САХ, продуктивность моря), «Arquipelago» (Азорские острова, гидротермальные источники), «Atlantide» (ROV, геология и биология гидротермальных источников). В 2003–2005 гг. в рамках проекта осуществляются следующие экспедиции: «Arquipelago» (Азорские острова); «Vjarni Saemundsson» (северная часть САХ, бентос), «Seward Johnson» (СЗА, ПОА и пелагический трал), «Hekon Mosby» (ROV), «Arni Fridriksson» (море Ирмингера, глубоководные траления, термосолезонд), «Смоленск» (море Ирмингера, склоны Исландии и Гренландии), «Walter Herwig», «АтлантНИРО» (рейсы не подтверждены), «Академик Келдыш» (разлом Чарли-Гиббса, ПОА «Мир»), «G.O. Sars» (САХ, донные тралы, акустика, ROV, лендеры), ирландский ярусолов (САХ, автоматические яруса), «Discovery» (САХ, лендеры), «Seward Johnson» (САХ, подводный аппарат), «Meteor» (САХ, тралы, ловушки, гидрография). Некоторые из перечисленных рейсов полностью посвящены программе MAP-ЭКО, например НИС «G.O. Sars» в 2004 г., в других — лишь частично, как составная часть более крупной программы (например, российская и исландская экспедиции 2003 г.). Работы по проекту OASIS будут осуществляться в южном районе на горе Седло, а данные по рыбам предоставлены для анализа в рамках программы MAP-ЭКО.

Для выбора мест съемки будет очень важно использовать имеющуюся информацию о батиметрии и промысловых районах. Российские промысловые и исследовательские суда уже исследовали большую часть всех трех подрайонов. Поэтому и на этапе планирования, и в ходе полевых работ используются российские данные. Помимо этого, имеются данные, например британских судов, и при необходимости получения новых батиметрических данных они будут собираться с помощью многочастотных эхолотов.

## Анализ данных

*Плотность и численность рыб.* Численность глубоководных рыб района съемок оценивается и картируется с помощью системы GIS. Алгоритм картирования определяется по полученному характеру распределения. Это касается всей ихтиофауны и некоторых видов или таксонов высшего порядка. Ввиду различия селективности разных орудий лова и методов получения данных этот анализ, как правило, привязывается к орудиям лова/приборам.

Для анализа изменений численности рыб с глубиной и относительно топографических и гидрографических характеристик, таких, как подводные возвышенности и фронты, ведутся прямые анализы градиентов. Виды классифицируются по особенностям их распределения и поведения (например, виды, создающие скопления или рассеивающиеся).

*Исследования сообществ и разнообразия.* Разнообразие рыбных сообществ анализируется с учетом исследуемого района и подрайона. Используется целый набор показателей разнообразия, которое оценивается по слоям и вне масштаба. В анализ исследования разнообразия вовлекаются все материалы, собранные как пассивными, так и буксируемыми орудиями лова, а также другими инструментами наблюдения. Для того чтобы собрать воедино все эти данные о показателях раз-

нообразия, вероятно, основную помощь окажут списки видов [Clarke, Warwick, 2001], так как сложно правильно оценить данные различных орудий лова, выраженные в единицах относительной численности.

Рассматриваются и другие показатели состояния сообществ, такие, как разнообразие жизненных циклов, кривые доминирования и анализы распределения биомассы рыб по видам и отдельным особям. Размерный состав по видам будет объединяться как весовой спектр всего рыбного сообщества.

*Сравнение с другими районами.* Сравнение особенностей сообществ в масштабе бассейна ведется в рамках биогеографических и экологических задач, для чего требуется использование литературных данных или баз данных. Сравнительные исследования проводятся по составу ихтиофауны, плотности, разнообразию, трофическим цепям и т.д. других районов и систем, таких, как изолированные подводные возвышенности Атлантики [Uiblein et al., 1999], или других бассейнов, прилегающих глубоководных равнин и районов континентального склона [Gordon, Duncan, 1985, 1987; Merrett, Domanski, 1985; Merrett, 1986, 1987; Gordon, 1986, 1998; Merrett et al., 1991a,b; Gordon, Bergstad, 1992; Gordon, Mauchline, 1996; Gordon et al., 1996; Priede, Merrett, 1996; Merrett, Haedrich, 1997]. В частности, интересно провести сравнение по коэффициенту плотности видов-мусорщиков и хищных видов, а также видов, образующих и не образующих скопления [Koslow, 1996; Lorange et al., 2002].

Сравнительный анализ покажет: распределены ли виды по всему САХ, носит ли их распределение широтный характер, направлено ли оно с востока на запад или связано с глубиной? Сопоставимо ли оно с характером распределения видов на прилегающих континентальных склонах? Происходят ли изменения видового состава постепенно или они резкие и как эти изменения связаны с факторами среды?

## Публикация и представление данных в OBIS

Результаты исследований будут публиковаться в научных журналах и представляться на соответствующих научных встречах. Отчеты будут направлены в ИКЕС, НАФО и ОСПАР и через эти организации станут доступны для выработки рекомендаций по управлению океаническим промыслом. Таким образом, полученные результаты окажутся полезными для управления промыслом в районах центральной Атлантики на национальном и международном уровнях и опосредовано в водах континентального склона. Проект DN1 будет особенно полезен для выработки рекомендаций и управления ресурсами глубоководного промысла, которым занимаются национальные правительства и NEAFC. Многие из этих ресурсов считаются подвергшимися перелову и истощенными, однако имеющиеся данные для организации мониторинга состояния запасов и оценки их уязвимости по отношению к рыболовству по-прежнему ограничены.

Одной из задач MAP-ЭКО и CoML является информирование заинтересованной общественности, а DN1 предоставляет результаты и видеоматериалы, которые привлекут внимание широкой публики разных возрастов. В сотрудничестве с группой публичного освещения проекта новая информация и видеоматериалы, полученные в ходе выполнения проекта, станут доступными в средствах массовой информации, Интернете, музеях и учебных классах. Прямая передача изображения, например с ROV и ПОА, станет приоритетной задачей рейсов, а отснятый видео материал будет использоваться в производстве, например телевизионных программ. Ученые, участвующие в проекте DN1, будут способствовать этой работе, давая интервью и популярную информацию о своих исследованиях.

## Рабочий план и график работ

Проект DN1 состоит из трех перекрывающихся этапов, имеющих четко определенные задачи и подзадачи.

**Этап 1.** Подготовка к полевым работам и компиляция информации и данных предыдущих исследований. Сроки: 2002–2003.

*Задача 1.* Компиляция информации о встречаемости и распределении рыб из предшествующих промысловых рейсов и научных экспедиций на САХ.

*Задача 2.* Анализ специальной литературы по систематике рыб и подготовка справочных пособий для работы в море.

*Задача 3.* Получение основных данных о среде.

*Подзадача 1.* Литературные данные и моделирование океанологических характеристик, определение местоположения фронтальных зон перед началом экспедиции.

*Подзадача 2.* Батиметрические карты.

*Задача 4.* Подготовка инструментальных средств проведения исследований, включая инструкции по использованию. Проверка пригодности и наличия, подготовка инструкций.

*Задача 5.* Аналитические методы и план исследований. Сравнительная оценка соответствия планов исследований запланированному статистическому анализу и моделированию.

**Этап 2.** Съёмки и наблюдения в море. Сроки: 2003–2005.

**Этап 3.** Анализ, публикация и предоставление данных в OBIS. Сроки: 2004–2008.

*Задача 1.* Окончательная идентификация видов и предоставление материалов специалистам и музеям.

*Задача 2.* Статистический анализ и предоставление данных о вылове и данных наблюдений.

Эта задача решается многими партнерами и включает следующие составные:

*Подзадача 1.* Встречаемость видов и плотность. Поведение.

*Подзадача 2.* Структура, разнообразие и распределение сообществ.

*Подзадача 3.* Сравнение структуры сообществ в районе САХ.

*Подзадача 4.* Сравнение структуры сообществ района САХ и соседних материковых склонов и подводных возвышенностей.

*Задача 3.* Моделирование распределения и плотности.

Концептуальные модели распределения видов и характера сообществ будут создаваться с помощью инструментов GIS.

*Задача 4.* Научные публикации.

Результаты будут публиковаться в известных международных журналах и материалах научных встреч, а также предоставляться организациям, связанным с управлением ресурсами, таким, как ИКЕС, НАФО и ОСПАР.

*Задача 5.* Связь с общественностью.

МАР-ЭКО имеет специальную группу по связи с общественностью (Public outreach – PO), и результаты работ по проекту DN1 будут публиковаться как на стадии полевых работ, так и позднее, и доводиться до общественности, распространяться в школах такими средствами массовой информации, как Интернет, телевидение, печать и выставки.

*Задача 6.* Предоставление данных в OBIS.

Все компоненты программы МАР-ЭКО должны предоставлять данные в формате, совместимом с OBIS. Это всемирная база данных о биологическом разнообразии географических регионов. Проект DN1 будет предоставлять свои данные в эту систему или будет сформирована собственная база данных, связанная с OBIS.

## **Социальные аспекты проекта**

Важнейшей целью проекта является обеспечение общества хорошо обоснованными знаниями об особенностях экосистем САХ и процессах, происходящих в них. Система океанических хребтов – это глобальная черта, свойственная всем океанам. Однако удивительно мало исследований было посвящено их изучению. Таким образом, новые знания уже сами по себе имеют большую ценность, позволяя человеку лучше понять окружающую среду, в которой он существует. В отличие от континентального шельфа и прибрежных районов экосистемы срединных океанических хребтов являются «последней границей», где исследования позволяют получить новые знания как по уже описанным, так и по неизвестным науке видам. Получение хорошо документированной новой информации о структуре и устойчивости сообществ срединных океанических хребтов – это важная задача, решение которой предоставит новые сведения для науки и широкой общественности.

Новая информация нужна также правительствам и международным организациям для разработки и реализации экологических планов и планов по управлению рыболовством в системах срединных океанических хребтов. Разработка соответствующих программ оценки и мониторинга или предоставление выверенных и точных рекомендаций по предпринимаемым действиям требуют значительно большего объема знаний, чем мы имеем сейчас. Срединные океанические хребты постепенно превратились в промысловые районы, где работают международные флотилии траулеров и ярусоловов, а многие промысловые виды характеризуются жизненными циклами, которые делают их особенно беззащитными перед переловом. Необходимо также оценить и влияние нефтяных разработок и распространение загрязнения из дальних источников. Следует больше узнать об этой системе, которая находится вдали от большей части районов человеческой деятельности. Потребуются более совершенные методы мониторинга и оценки для регистрации едва различимых изменений в океанической среде, вызванных глобальным изменением климата.

Срединно-Атлантический хребет является одним из основных компонентов Атлантики, он топографически усложнен благодаря множеству подводных возвышенностей и зон разлома. Оказывается, на этих подводных возвышенностях обитает множество представителей макрофауны, и промысловые исследования указывают на то, что эта фауна изменяется с севера на юг. Топография дна и приуроченность биоты к таким объектам, как подводные возвышенности, ставит перед технологиями исследований особые задачи по оборудованию и орудиям лова, используемым в исследованиях. Применение и проверка новых методов, способов и аппаратуры являются составной частью предлагаемого проекта, а технологические новшества, разработанные для глубоководных районов, могут оказаться очень полезными и в шельфовых водах. Цель, поставленная в международном межотраслевом проекте по малоизученной окружающей среде, какой являются глубоководные районы, — это стимул к развитию технологий во многих направлениях.

В районе САХ проводились и ведутся обширные геофизические исследования и собраны данные об экологии организмов на отдельных подводных возвышенностях и в местах гидротермальных выходов. Однако в большинстве программ возможности наблюдений ограничивались технологическими трудностями и отсутствием сотрудничества. Многие страны занимаются насущными задачами, связанными с прибрежными зонами, а для финансирования и проведения программ в водах срединных океанических хребтов, районах по большей части находящихся за пределами национальных ИЭЗ, необходимо международное сотрудничество. Эта задача обуславливает появление такой международной инициативы, как «Перепись морской жизни».

МАР-ЭКО создает прекрасные возможности для подготовки специалистов разных уровней, от школьников, которые следят за ходом исследований и посещают информационные сайты в Интернете, до аспирантов, использующих для защиты своих диссертаций работы, выполненные в рамках экспериментального проекта. Этот проект создает уникальные возможности для подготовки ученых к работе в море. Кроме того, в последующие после проекта годы, возможно, будут собраны материалы и данные для нескольких студенческих проектов.

### **Международная экспедиция на норвежском НИС «G.O. Sars» в 2004 г.**

Центральное место в полевой фазе проекта принадлежит международной экспедиции на норвежском научно-исследовательском судне «G.O. Sars», которая прошла с 5 июня по 4 августа 2004 г. и в которой приняли участие 60 ученых, студентов и специалистов (систематиков, ихтиологов, биологов, техников, гидроакустиков, маммологов, орнитологов и кинооператоров) из 13 стран мира (Исландия, Португалия, Россия, США, Германия, Великобритания, Австрия, Финляндия, Дания, Франция, Нидерланды, Фарерские острова и Норвегия).

Работы выполнялись в два этапа. На первом исследовании проводились преимущественно в рамках проектов, связанных с изучением зоопланктона и пелагического нектона. Исследования демерсальных рыб осуществлялись на втором этапе

экспедиции. В нем приняли участие специалисты ВНИРО и ПИНРО. Ниже приводится основная информация о рейсе и лишь некоторые предварительные результаты, касающиеся ихтиологических и рыбохозяйственных исследований, поскольку анализ собранной в течение экспедиции информации только начался.

Основной задачей второго этапа был сбор данных и материалов по демерсальным рыбам различными орудиями лова в центральном и южном подрайонах МАР-ЭКО.

Исследования выполнялись на семи суперстанциях в южном и 13 суперстанциях в центральном подрайонах. На каждой суперстанции в течение суток выполнялся комплекс следующих работ:

- постановка лендера ROBIO (RObust BIODiversity lander) или DOBO (Deep Ocean Benthic Observer);
- выполнение океанографической станции, включая сбор данных по вертикальному распределению биолюминесценции с использованием лендера ISIT (Intensified Silicon Intensifier Target);
- батиметрическая съемка поверхности дна эхолотом SIMRAD EM 300 для выбора трассы траления;
- выполнение подводного видео профиля UVP (Underwater Video Profiler) до глубины 1000 м;
- погружение подводного аппарата с дистанционным управлением ROV (Remote Operated Vehicle);
- выполнение донного траления тралом Campeln 1800 с притраловой сетью для сбора зоопланктона;
- подъем лендера ROBIO или DOBO.

### Донные траления

В период рейса было выполнено 22 донных траления на 18 суперстанциях и возвышенности Фарадея по глубинам 826–3505 м. Всего было собрано 8335 экземпляров рыб, относящихся к 171 виду 51 семейства 21 отряда, из которых 456 экземпляров были идентифицированы только до уровня семейства. К пелагическим видам были отнесены 88 идентифицированных видов (включая всех корюшкообразных, кроме гладкоголовов), к донным — 83 вида.

При сравнении полученных данных с результатами предшествующих исследований было выяснено, что восемь пелагических видов (9,1%) и 21 донный (25,3%) ранее не были отмечены для данного района.

В период рейса были пойманы несколько редких и новых для науки видов. Так были получены два экземпляра *Aphyonus gelatinosus* с глубины 1750 и 3000 м, ранее известного всего по нескольким поимкам с глубин не более 1200 м. По предварительным данным некоторые пойманные экземпляры семейства Ophidiidae, возможно, относятся к новым для науки видам. Кроме того, два экземпляра рода *Porogadus*, пойманные в южном подрайоне, также относятся к неизвестному виду. Интересна также находка редкого вида глубоководного макруруса *Paracetomurus flagellicauda*, известного только по типовой серии из четырех экземпляров, пойманных в экспедиции Михаэля Сарса 1910 г.

Наибольшее видовое разнообразие донных видов рыб было отмечено в центральном подрайоне (63 вида против 47 в южном подрайоне). У пелагических видов была отмечена обратная картина, в центральном подрайоне встречалось 49 видов, в южном — 53 вида. Были выявлены четкие различия в характере распределения этих двух экологических группировок. В то время как сообщество пелагических видов было совершенно различным в центральном и южном подрайонах, в сообществе донных видов таких различий не отмечалось. Кроме того, не было выявлено и различий между сообществами донных и пелагических видов рыб восточного и западного склонов САХ.

Для ряда донных видов была характерна четкая дифференциация распределения. Так, тупорылый макрурус встречался только в северном подрайоне, где доминировал во многих уловах. Другой вид макруруса *C. brevibarbis* встречался только в самых северных участках зоны разлома Чарли Гиббса, где также доминировал в уловах.

### Пассивные орудия лова

Одновременно с НИС «G.O. Sars» арендованное судно-ярусник «Logan» проводило исследования в этих же районах с использованием пассивных орудий лова (яруса, жаберные сети и ловушки) на глубинах от 450 до 4300 м. Всего было поймано 8800 экземпляров рыб 50 различных видов. Основу уловов составляли хрящевые рыбы (акулы, скаты и химеры). Среди отдельных видов наиболее многочисленными были черная шершавая акула *Etmopterus princeps*, антимора *Antimora rostratus*, менек, макрурус *Coryphaenoides armatus*, спектрункул *Spectrunculus grandis* и северный макрурус *Macrourus berglax*. В уловах преобладали крупные рыбы. Поскольку яруса выставлялись на больших глубинах в сравнении с предшествующими исследованиями, эти постановки принесли некоторые интересные результаты. Так среди скатов в ярусных уловах абсолютно доминировал (150 экз.) скат Ричардсона *Bathyraja richardsoni*. Данный вид до последнего времени считался достаточно редким [Stehmann, Burkell, 1984], поскольку с момента его описания [Garrick, 1961] поймано лишь около 60 экземпляров. Весьма интересна также поимка нескольких особей редкого глубоководного ската *Bathyraja pallida*, описанного относительно недавно [Forster, 1967] и известного только по шести поимкам [Stehmann, Merrett, 2001].

### Подводные аппараты с дистанционным управлением

В период рейса для изучения донных рыб были выполнены три погружения ROV *Aglantha* и четыре погружения ROV *Bathysaurus* на глубинах 789–2355 м. В результате этих погружений был получен видеоматериал общей продолжительностью 24 ч 33 мин. (рис. 4).

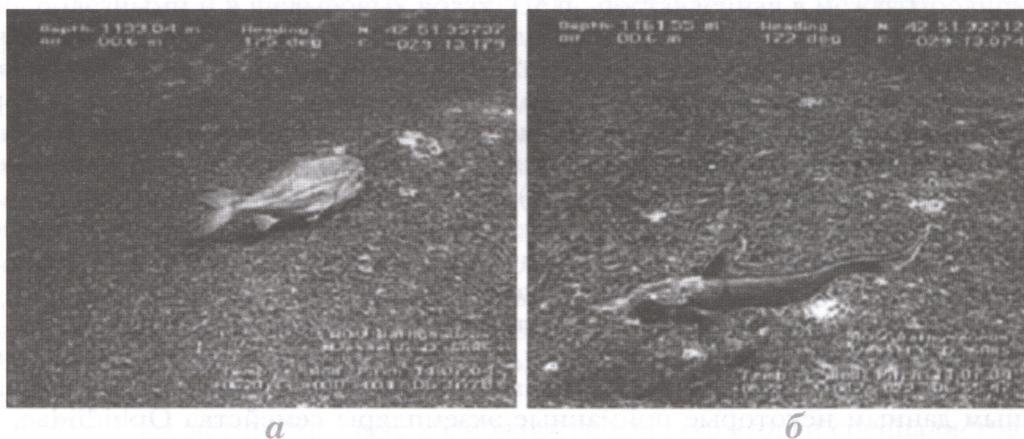


Рис. 4. Фрагменты видеозаписей, полученных при погружении ROV:  
а – Bathysaurus и б – Aglantha

Все погружения состояли из двух частей: выполнение линейных трансект на дистанции до 450 м и визуальные наблюдения. По результатам анализа примерно трети видеоматериалов (7 ч) были идентифицированы 380 экз. рыб из 20 таксонов донных и пять пелагических рыб. Наиболее интересные моменты: встречаемость мезопелагических видов на дне или у самого дна, а также обнаружение плотных скоплений атлантического большоголова *Hoplostethus atlanticus* (около 1400 экз. на га) и тупорылового макруруса (600–700 экз. на га).

### Лендеры

В период рейса были выполнены 19 погружений лендеров ROVIO и DOVO. Всего было получены 5600 цифровых фотографий с глубин 1012–3508 м (рис. 5).

В общей сложности было идентифицировано 18 видов рыб, из них 13 – в южном подрайоне, 11 – в юго-восточной части центрального подрайона и 15 – в северо-западной части центрального подрайона. 10 видов рыб встречались во всех районах исследований.

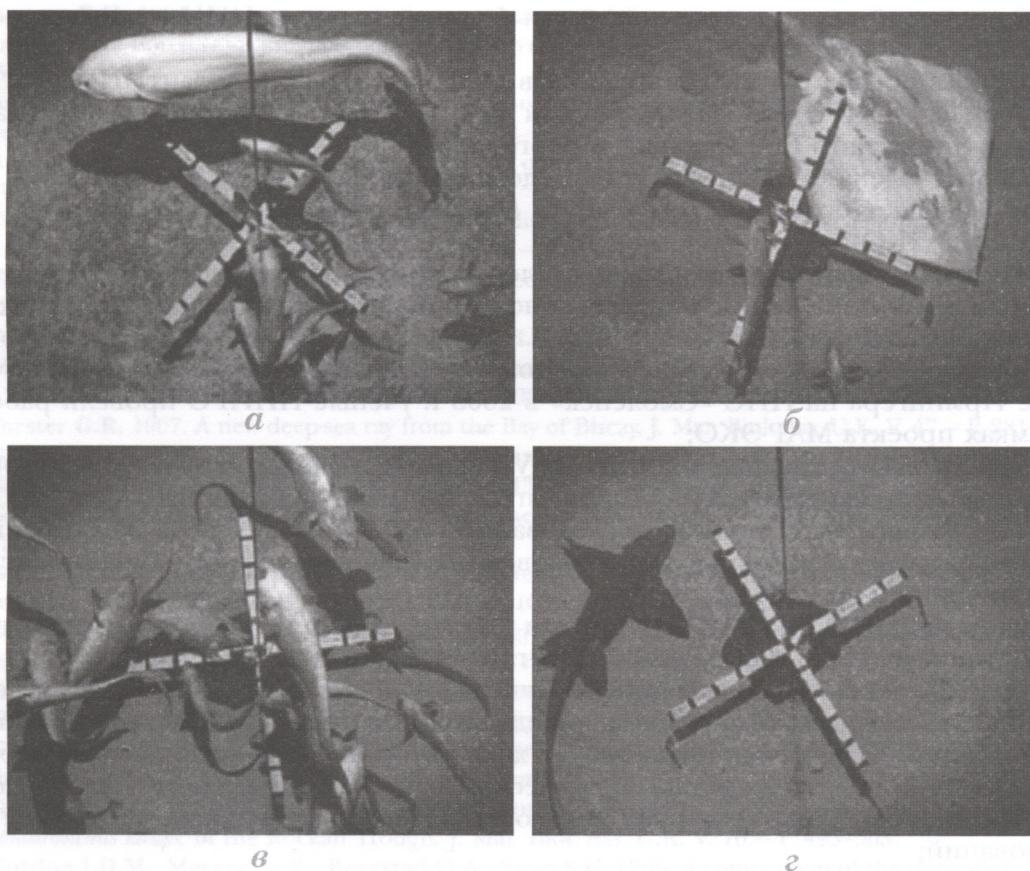


Рис. 5. Примеры цифровых изображений, полученных при погружении лендоров

Наиболее многочисленные виды были четко приурочены к определенному интервалу глубин. Антимора и североатлантический гидролаг *Hydrolagus affinis* были наиболее обычными видами на глубине 1500–2500 м в южном и центральном подрайонах. Встречаемость черной шершавой акулы была наиболее высока на этих же глубинах в южном подрайоне. На глубинах более 2500 м наиболее обычными видами были макрурус *Coryphaenoides armatus* и угорь *Histiobranchus bathybius*.

### Заключение

Международное сообщество весьма заинтересовано в участии в проекте российских ученых, которые до настоящего времени обладают наибольшими знаниями по району САХ. В этой связи в 2001 г. для работ в рамках проекта были приглашены ученые Института океанологии (ИО РАН) и Зоологического института (ЗИН РАН), а в 2002 г. также ученые ВНИРО, ПИНРО и АтлантНИРО.

Участие отечественных специалистов в проекте МАР-ЭКО полностью отвечает интересам отечественной рыбохозяйственной науки и рыбной промышленности, поскольку:

1. Обеспечит получение новых данных по среде обитания, составу, распределению и биологии глубоководных рыб за счет использования новых средств исследований и равного доступа участников проекта к результатам исследований;
2. Позволит сохранить отечественные приоритеты в деле изучения и освоения запасов глубоководных рыб на САХ;
3. Укрепит позиции России при предстоящем разделе сырьевых ресурсов района;
4. Благодаря данным, собранным в рамках проекта, поможет активизировать промысловую деятельность отечественного флота на САХ;
5. Будет способствовать укреплению престижа и авторитета отечественной науки на международной арене.

За истекший период в российских рыбохозяйственных НИИ в рамках проекта выполнены следующие работы:

- сформирована группа специалистов ПИНРО, ВНИРО, АтлантНИРО;
- ученые ПИНРО и ВНИРО приняли участие в двух заседаниях группы планирования проекта (в Бремерхавне и Бергене);
- подготовлена библиография исследований СССР/России в районе САХ, которая включает более 300 публикаций (англоязычная версия помещена на веб-сайте МАР-ЭКО);
- подготовлены два доклада по исследованиям и промыслу СССР/России в районе САХ на юбилейную научную конференцию ИКЕС в октябре 2002 г. (помещены на веб-сайте МАР-ЭКО);
- в период проведения международной съемки пелагического окуня-клювача в море Ирмингера на НИС «Смоленск» в 2003 г. ученые ПИНРО провели работы в рамках проекта МАР-ЭКО;
- подготовлен стендовый доклад на VII международный конгресс по истории океанографии, сентябрь 2003, Калининград (помещен на веб-сайте МАР-ЭКО);
- по результатам советских исследований опубликована статья об особенностях распределения и биологии глубоководных рыб северо-восточной Атлантики [Винниченко и др., 2004];
- ученые ВНИРО и ПИНРО приняли участие во втором этапе международной экспедиции на НИС «G.O. Sars» в 2004 г. в район САХ;
- российские специалисты приняли участие в международном рабочем совещании специалистов-систематиков, прошедшем 22–28 февраля 2005 г. на биологической станции Эспегренд (Норвегия), в ходе которого проведена ревизия сборов рыб самых проблемных в таксономическом отношении семейств (Macrouridae, Alepocephalidae, Synphobranchidae), составлявших основу уловов в районе исследований;
- представители российских рыбохозяйственных институтов в феврале – марте 2005 г. участвовали в обработке собранных в рейсе НИС «G.O. Sars» коллекций рыб (главным образом, скатов семейства Rajidae и макрурусов Macrouridae), хранящихся в музее естественной истории Бергенского университета (Норвегия).
- по результатам экспедиций НИС «Смоленск» (ПИНРО) и «G.O. Sars» подготовлено несколько докладов для представления на международном совещании МАР-ЭКО (Лиссабон, Португалия, начало июня 2005 г.), на котором были подведены первые итоги полевой фазы проекта.

Дальнейшая работа российских ученых в рамках проекта связана с определенными трудностями, обусловленными отсутствием регулярных отечественных экспедиционных работ в районе САХ. По состоянию дел на текущий момент реальный вклад России в полевую фазу проекта может заключаться преимущественно в участии отечественных ученых в зарубежных рейсах. Незначительный объем российских полевых исследований, особенно на фоне ряда западноевропейских и североамериканских экспедиций на САХ, значительно ослабляет позиции нашей страны в МАР-ЭКО и в целом по району САХ. В связи с этим необходимо, по крайней мере, принять как можно более активное участие в сборе информации в ходе реализации проекта, ее обработке и анализе, а также подготовке научных публикаций.

## Литература

**Винниченко В.И.** 2005. Глубоководные рыбы подводных возвышенностей Северо-Восточной Атлантики. Состояние биологических сырьевых ресурсов Баренцева моря и Северной Атлантики на 2005 г.— Мурманск: ПИНРО (в печати).

**Винниченко В.И., Хливной В.Н., Орлов А.М.** 2004. Биология и распределение глубоководных рыб на подводных возвышенностях Северо-Восточной Атлантики // Рыбное хозяйство. Сер. Водные биол. ресурсы, их состояние и использование: Обзорная информация.— М.: ВНИЭРХ. Вып. 1. — 46 с.

**Кузнецов А.П.** 1985. Донная фауна рифтовой зоны хребта Рейкьянес (количественное распределение, трофическая структура, сообщества). // Труды ИО АН СССР. Т. 120. — С. 6–20.

- Кукуев Е.И.** 1991. Ихтиофауна подводных поднятий бореальной и субтропической зон Северной Атлантики: Биологические ресурсы галассобатиальной зоны Мирового океана. — М.: ВНИРО. — С. 15–39.
- Anonymous.** 2000. Report of the Study Group on the Biology and Assessment of Deep-sea Fisheries Resources. ICES C.M. 2000/ACFM: 8. — 206 p.
- Anonymous.** 2002. Report of the Working Group on the Biology and Assessment of Deep-sea Fisheries Resources. ICES C.M. 2002/ACFM:16. — 244 p.
- Clarke K.R., Warwick R.M.** 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* V. 216. — P. 265–278.
- Ehrlich E.** 1977. Die Fischfauna der Großen Meteorbank. *Meteor Forschungsergeb. (D Biol.)* V. 25. — P. 1–23.
- Fock H., Uiblein F., Köster, F., Westernhagen H.V.** 2002. Biodiversity and species-environment relationships of the demersal fish assemblage at the Great Meteor Seamount (subtropical NE Atlantic) sampled by different trawls. *Mar. Biol.* V. 141.— P. 185–199.
- Forster G.R.** 1967. A new deep-sea ray from the Bay of Biscay. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* V. 47.— P. 281–286.
- Garrick J.A.F.** 1961. Studies on New Zealand Elasmobranchii. Part XIII. A new species of *Raja* from 1,300 fathoms. *Trans. R. Soc. N.Z.* V. 88. N. 4.— P. 743–748.
- Gordon J.D.M.** 1986. The fish populations of the Rockall Trough. *Proc. R. Soc. Edinb., V.* 88B.— P. 191–204.
- Gordon J.D.M.** 1998. Deep-water fish and fisheries in the Northeastern Atlantic and Mediterranean: an overview of the EC FAIR Deep Fisheries Project. *ICES Sci. Conf., Cascais.*— 14 p.
- Gordon J.D.M., Duncan J.A.R.** 1985. The ecology of deep-sea benthic and benthopelagic fish on the slopes of the Rockall Trough, northeastern Atlantic. *Prog. Oceanogr.* V. 15. P.— 37–69.
- Gordon J.D.M., Duncan J.A.R.** 1987. Deep-sea bottom-living fishes at two repeat stations at 2 200 and 2 900 m in the Rockall Trough, northeastern Atlantic Ocean. *Mar. Biol.* V. 96.— P. 309–325.
- Gordon J.D.M., Bergstad O.A.** 1992. Species composition of demersal fish in the Rockall Trough, north-eastern Atlantic, as determined by different trawls. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* V. 72.— P. 213–230.
- Gordon J.D.M., Mauchline J.** 1996. The distribution and diet of the dominant, slope-dwelling eel, *Synphobranchus kaupii*, of the Rockall Trough. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* V. 76.— P. 493–503.
- Gordon J.D.M., Merrett N.R., Bergstad O.A., Swan S.C.** 1996. A comparison of the deep-water demersal fish assemblages of the Rockall Trough and Porcupine Seabight, eastern north Atlantic: continental slope to rise. *J. Fish Biol.* V. 49 (suppl. A).— P. 217–238.
- Günther A.** 1887. Report on the deep-sea fishes collected by H. M. S. Challenger during the years 1873–76. *Rep. Sci. Res. Voy. H.M.S. Challenger* V. 22. Pt.— 57. P. i-lxv + 1–268.
- Haedrich R.L., Merrett N.R.** 1988. Summary atlas of deep-living demersal fishes in the North Atlantic Basin. *J. Nat. Hist.* V. 22.— P. 1325–1362.
- Haedrich R.L., Merrett N.R., O'Dea N.R.** 2001. Can ecological knowledge catch up with deep-water fishing? A North Atlantic perspective. *Fish. Res.* V. 51.— P. 113–122.
- Hall-Spencer J., Allain V., Fossa J.H.** 2001. Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proc. R. Soc. Lond. (B Bio.)*. V. 269.— P. 507–511.
- Hareide N.-R.** 1998. Description of the Norwegian Longline Fishery on the Reykjanes Ridge. Working document for the ICES Study Group on the Biology and Assessment of Deep-Sea Fisheries Resources. Copenhagen: ICES.— 5 p.
- Koslow J.A.** 1996. Energetic and life-history patterns of deep-sea benthic, benthopelagic and seamount-associated fish. *J. Fish Biol.* V. 49 (Suppl. A). P. 54–74.
- Lorance P., Latrouite D., Seret B.** 2000. Submersible observations of elasmobranch species in the Bay of Biscay. P. 29–45 *In: Seret B., Sire J.-Y. (Eds.). 3<sup>rd</sup> European Elasmobranch Association Meeting. Paris: Bologne sur Mer, Società France Ichthyologie & IRD.*
- Lorance P., Uiblein F., Latrouite D.** 2002. Habitat, behaviour and colour patterns of orange roughy *Hoplostethus atlanticus* (Pisces: Trachichthyidae) in the Bay of Biscay. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* V. 82.— P. 321–331.
- Magnusson J.V., Magnusson J.** 1995. The distribution, relative abundance and the biology of the deep-sea fishes of the Icelandic slope and Reykjanes ridge.— P. 161–199 *In: Hopper A.G. (Ed.). Deep-water fisheries of the North-Atlantic Oceanic Slope. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.*
- Merrett N.R.** 1986. Biogeography and the oceanic RIM: a poorly known zone of ichthyofaunal interaction. *UNESCO Tech. Pap. Mar. Sci.* V. 49.— P. 201–209.
- Merrett N.R.** 1987. A zone of faunal change in assemblages of abyssal demersal fish in the eastern North Atlantic: a response to seasonality in production? *Biol. Oceanogr.* V. 5.— P. 137–151.
- Merrett N.R., Domanski P.A.** 1985. Observations on the ecology of deep-sea bottom-living fishes collected off northwest Africa. II. The Moroccan slope (27°–34° N), with special reference to *Synphobranchus kaupii*. *Biol. Oceanogr.* V. 3.— P. 349–399.
- Merrett N.R., Haedrich R.L.** 1997. Deep-sea demersal fish and fisheries. London: The Natural History Museum, Chapman & Hall. — 282 p.

- Merrett N.R., Gordon J.D.M., Stehmann M., Haedrich R.L.** 1991a. Deep demersal fish assemblage structure in the Porcupine Seabight (eastern north Atlantic): slope sampling by three different trawls compared. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* V. 71.— P. 329–358.
- Merrett N.R., Gordon J.D.M., Stehmann M., Haedrich R.L.** 1991b. Deep demersal fish assemblage structure in the Porcupine Seabight (eastern north Atlantic): results of single warp trawling at lower slope to abyssal soundings. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* V. 71.— P. 359–373.
- Murray J., Hjort J.** 1912. *The Depths of the Ocean*. London: Macmillan.— 821 p.
- Priede I.G., Merrett N.R.** 1996. Estimation of abundance of abyssal demersal fishes; a comparison of data from trawls and baited cameras. *J. Fish Biol.* V. 49 (Suppl. A).— P. 207–216.
- Rogers A.D.** 1999. The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. *Int. Rev. Hydrobiol.* V. 84.— P. 315–406.
- Saldanha L., Biscoito, M., Desbruyeres D.** 1996. The Azorean deep-sea hydrothermal ecosystem: its recent discovery.— P. 383–388 *In*: Uiblein F., Ott J., Stachowitsch M. (Eds.). *Deep-sea and extreme shallow-water habitats: affinities and adaptations*. Biosystematics and Ecology Series. V. 11.
- Shibanov V.N., Vinnichenko V.I., Pedchenko A.P.** 2002. Russian investigations and fishing in the northern part of the Mid-Atlantic Ridge. *ICES CM 2002/L: 35* (Poster).
- Stehmann M., Bürkel D.L.** 1984. Rajidae. P. 163–196 *In*: Whitehead P.J.P. et al. (eds.). *Fishes of the Northeastern Atlantic and Mediterranean (FNAM)*. Paris: V. 1. UNESCO.
- Stehmann M.F.W., Merrett N.R.** 2001. First record of advanced embryos and egg capsules of *Bathyraja* skates from deep north-eastern Atlantic. *J. Fish. Biol.* V. 59.— P. 338–349.
- Thomsen B.** 1999. Faroese deep-sea fisheries in the northeast Atlantic. Working Document for the NEAFC open hearing on deep-sea fisheries. Brussels, 22 June, 1999. — 6 p.
- Troyanovsky F.M., Lisovsky S.F.** 1995. Russian (USSR) fisheries research in deep waters (below 500 m) in the North Atlantic.— P. 357–366. *In*: Hopper A.G. (Ed.). *Deep-water fisheries of the North-Atlantic Oceanic Slope*. NATO ASI Series, Series E. Applied Sciences. V. 296.
- Uiblein F., Bordes F., Castillo R.** 1996. Diversity, abundance, and depth distribution in demersal deep-water fishes off Lanzarote and Fuerteventura, Canary Islands. *J. Fish Biol.* V. 49 (Suppl. A).— P. 75–90.
- Uiblein F., Bordes F., Castillo R., Ramos A.** 1998. Spatial distribution of shelf- and slope-dwelling fishes collected by bottom longline off Lanzarote and Fuerteventura, Canary Islands. *Mar. Ecol.* V. 19.— P. 53–66.
- Uiblein F., Geldmacher A., Köster F. et al.** 1999. Species composition and depth distribution of fish species collected in the area of the great meteor seamount, eastern central Atlantic, during cruise M42/3, with seventeen new records. Telde (Gran Canaria): Instituto Canario de Ciencias Marinas. V. 5.— P. 47–85.
- Uiblein F., Lorance P., Latrouite D.** 2001. Interspecific comparison of deep-sea locomotion behaviour and habitat selection. *NAFO SCR. Doc.* 01/127, N4522. — 5 p.
- Uiblein F., Lorance P., Latrouite D.** 2002: Variation in locomotion behaviour in northern cutthroat eel (*Synaphobranchus kaupii*) on the Bay of Biscay continental slope. *Deep-Sea Res. I.* V. 49. — P. 1689–1703.
- Vinnichenko V.I.** 1998. Alfonsino (*Beryx splendens*) biology and fishery on the seamounts in the open North Atlantic. *ICES C.M.* 1998/O:13. — 13 p.
- Vinnichenko V.** 2002. Russian investigations and fishery on seamounts in the Azores area // 18a e 19a Semana das pescas dos Açores. 1999–2000. — Relatorio, 1999–2000. — P. 115–129.
- Zaferman, M.L.** 1992. On the behaviour of the blunt-snouted grenadier, *Coryphaenoides rupestris*, based on underwater observations. *J. Ichthyol.* V. 32. — P. 150–158.