

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИНРО

В.А. Боровков, Н.Ф. Плотицына – ПИНРО

Становление и развитие экологических исследований ПИНРО неразрывно связаны с историей рыбохозяйственной науки и подчинены интересам отечественного рыболовства в северо-европейских морях и Северной Атлантике. Методологические принципы этих исследований, исходящие из концепции единства организмов и окружающей среды, были заложены Н.М. Книповичем на рубеже прошлого и настоящего веков в ходе Мурманской научно-промысловой экспедиции в Баренцево море. По сути, они определили главные черты и содержание важного направления в изучении океана – промысловой океанологии.

С созданием Плавморнина (в последующем – ПИНРО) появились условия для расширения и углубления знаний о природных явлениях и процессах, протекающих в северных морях. Результаты экспедиций, проведенных в предвоенный период в Баренцевом море на легендарных “Персее” и “Николае Книповиче”, дали богатейший научный материал и способствовали становлению основоположников отечественной физической океанографии – В.В. Шулейкина и Н.Н. Зубова; морской гидрохимии – С.В. Бруевича, Л.К. Блинова, Б.А. Скопинцева; морской геологии – В.П. Зенкевича, М.В. Кленовой, Т.И. Горшковой; морской гидробиологии – В.Г. Богорова, Т.С. Расса, А.А. Шорыгина, В.А. Яшнова и др. Были выявлены взаимосвязи между распределением объектов промысла и условиями морской среды, что обусловило необходимость регулярных наблюдений на стандартных разрезах и положило начало разработке океанографических основ промыслового прогнозирования.

Экстенсивное развитие рыболовства в послевоенные десятилетия стимулировало распространение исследований на акватории Норвежско-Гренландского бассейна и Северной Атлантики. Благодаря богатому опыту изучения среды и биоресурсов Баренцева моря уже в 50-х годах удалось создать эффективную систему комплексных и специализированных океанографических съемок, которая с небольшими вариациями, вызванными обновлением методик работ и технических средств, существовала вплоть до 90-х годов. С помощью съемок были получены дополнительные сведения о грунтах и рельефе дна в промысловых районах (Виноградова П.С., Горшкова Т.И., Касабов Р.В., Котенев Б.Н., Литвин В.М., Матишов Г.Г., Рвачев В.Д. и др.), их гидрологическом режиме (Адров М.М., Алексеев А.П., Елизаров А.А., Ергакова Л.Р., Истошин Б.В., Кисляков А.Г., Кудло Б.П., Россов В.В., Танцюра А.И. и др.), гидрохимических условиях (Злобин В.С., Истошина М.А., Пономаренко Л.С., Несветова Г.И., Цехоцкая Л.К. и др.), стру-

ктуре и динамике планктонных сообществ (Дегтярева А.А., Дробышева С.С., Павштик Е.А., Тимохина А.Ф. и др.).

Накопленные многолетние данные об океанографических, биологических и промысловых показателях позволили с конца 50-х годов осуществлять оценки количественных связей в системе “среда-биообъект” и разрабатывать методики промыслового прогнозирования. Первые важные успехи в этом направлении были достигнуты в исследованиях влияния природных факторов среды на воспроизводство и выживание молоди баренцевоморской трески (Кисляков А.Г., Пономаренко И.Я.), распределение, миграции и формирование промысловых скоплений трески (Константинов К.Г., Мухин А.И., Пономаренко В.П.), атлантическо-скандинавской сельди и мойвы (Пенин В.В.).

Дальнейшее изучение закономерностей динамики урожайности и распределения промысловых рыб показали справедливость многих полученных ранее выводов и позволили получить более полную картину биологических эффектов аномалий океанографических условий. В качестве примера можно привести результаты исследований реакции урожайности поколений основных промысловых гидробионтов Баренцева моря на изменения температуры воды (Бочков Ю.А., Боровков В.А., Терещенко В.В.). Климатический сигнал в изменении мощности годовых классов крупных рыб – трески, пикши, а также сельди имеет положительную синхронную связь с колебаниями температуры воды, тогда как у мойвы и креветки он запаздывает относительно температуры и является ее зеркальным отражением. Различие в характере связей обусловлено отношениями типа “хищник-жертва”, которые служат непосредственным регулятором численности поколений “жертв”, т. е. мойвы и креветки. Об этом свидетельствует статистически достоверная отрицательная корреляция между численностью молоди трески (в возрасте 1–2 лет) и мощностью поколений креветки и мойвы. Специфические временные лаги, очевидно, наблюдаются вследствие избирательности пищи.

Указанные зависимости требуют дальнейшего изучения в целях их использования для долгосрочного прогнозирования и регулирования многовидового промысла.

В связи с возрастанием требований к промысловым оценкам и продиктованной этим потребностью в долгосрочных прогнозах экологических параметров с середины 60-х годов были развернуты исследования многолетней изменчивости океанографических характеристик. При решении этой проблемы удалось получить детальные представления о структуре колебаний показателей теплового состояния вод в районах Северного бассейна и определить ведущие космо-геофизические факторы, что позволило с помощью методов статистической экстраполяции временных рядов и генетического подхода построить прогностические модели и разрабатывать долгосрочные прогнозы температуры воды (Бочков Ю.А., Шевчен-



ко А.В.). Результаты климатологических исследований были обобщены в серии справочных материалов об океанографических условиях и планктонных сообществах, а также в промысловых пособиях (Двинина Е.А., Дробышева С.С., Ергакова Л.Р., Несветова Г.И., Терещенко В.В. и др.).

Освоение новых районов и объектов промысла (путассу в Северо-Восточной Атлантике, макрурус на Срединно-Атлантическом хребте и др.), а также увеличение объема вылова недоиспользуемых запасов в традиционных районах (баренцевоморская мойва) в 70-х годах обусловили актуальность расширения экспедиционных исследований и разработки океанологического обеспечения этих задач. В сравнительно короткий период были пройдены этапы ознакомления со структурой и циркуляцией вод, поиска и обоснования океанографических ориентиров рыбных скоплений, оценки влияния факторов среды на миграции и распределение рыб, а также создания или усовершенствования эколого-статистических методик прогнозирования промысловых и биологических показателей (Бочков Ю.А., Ожигин В.К., Светлов И.И., Шевченко А.В. и др.). Вовлечение в сферу интенсивной хозяйственной деятельности прибрежных акваторий Баренцева и Белого морей в связи с развитием добычи водорослей и товарного лососеводства явилось стимулом для успешного проведения в 80-х годах исследований донных ландшафтов, их значения в распределении морских растений и животных, а также для выработки экологических обоснований и рекомендаций по рациональной добыче водорослей и размещению хозяйств марикультуры (Сорокин А.Л., Ванюхин Б.И., Пельтихина Т.С., Несветова Г.И. и др.).

Расширение международного сотрудничества в последние десятилетия благоприятствовало улучшению информационной базы морских экологических исследований за счет обмена данными экспедиционных наблюдений и участию ПИНРО в международных натуральных экспериментах. Один из них, проходивший на рубеже 70–80-х годов под эгидой НАФО и посвященный изучению промысловой экосистемы банки Флемиш-Кап, существенно обогатил представления о динамике и структуре вод, позволил вскрыть механизм и причины преобразования форм циркуляции и сформулировать гипотезы об эффектах ее изменчивости в составе ихтиофауны и формировании урожайности поколений флемишкарпской трески (Боровков В.А., Кудло Б.П. и др.). В 1991–1992 гг. по совместной программе ПИНРО и Бергенского института морских исследований (Норвегия) был выполнен эксперимент по измерению течений в проливе между Новой Землей и Землей Франца-Иосифа и уточнены представления о водообмене Баренцева моря с Арктическим бассейном, а также о закономерностях сезонной изменчивости стока холодных баренцевоморских вод, что имеет важное значение для понимания короткопериодных колебаний климата Баренцева моря (Луенг Х., Ожигин В.К. и др.).

Необходимость повышения эффективности научных работ и подъема их технического и методического обеспечения до уровня международных стандартов, связанная в том числе с развитием научного сотрудничества, породила бурную модернизацию арсенала средств и методов экологических исследований, начавшуюся в 80-х годах. С помощью вышестоящих организаций институт получил оснащение и финансовые средства, которые позволили создать самолеты-лаборатории, разрабо-

тать и внедрить методы инструментальных авиасъемок морских акваторий (Степин С.Б., Черноок В.И., Мясников В.И., Ожигин В.К. и др.), открыли доступ к получению, анализу и использованию оперативной спутниковой информации (Россов В.В., Бочков Ю.А. и др.), освоению и внедрению в практику морских экспедиций океанографических зондирующих комплексов (Боровков В.А. и др.) и гидрохимических автоанализаторов (Несветова Г.И., Титов О.В.), современной аппаратуры для лабораторного определения загрязняющих веществ (Килеженко В.П., Плотицына Н.Ф. и др.). Большой размах получило создание на базе ВЦ Института информационных технологий и банка данных, расширивших возможности для экологических исследований и прогнозирования (Шалфеев А.Н., Бочков Ю.А., Лукманова Э.Г. и др.).

В последние годы институт участвует в разработке проекта мониторинга морской среды Баренцева моря совместно с норвежской компанией OCEANOR и группой Мурманских мореведческих организаций. Проектом предусмотрено размещение на акватории моря сети автоматических буев, оснащенных комплексами метеорологических и океанографических датчиков, измерителями радиоактивности и иных загрязнений, а также системой передачи информации на береговой центр с помощью космической связи. Для обеспечения доступа к оперативной информации и ее тематической обработки с помощью существующих диагностических и прогностических численных моделей планируется организовать в Мурманске компьютерную сеть. Реализация проекта обещает значительный прогресс мониторинга морской экосистемы и откроет новые перспективы познания природных процессов в широком диапазоне временных масштабов.

Важными для понимания закономерностей, управляющих динамикой промысловой продукции, являются исследования формирования первичной продуктивности и изменчивости состава и численности зоопланктонных организмов, служащих кормом для промысловых рыб. В последние годы эти направления получили развитие благодаря применению методов оценки первичной продуктивности с помощью гидрохимических данных и накоплению многолетних материалов экспедиционного учета зоопланктона. В результате были выявлены пространственно-временная структура процесса формирования первичной продукции в Баренцевом море и определяющие ее факторы (распределение водных масс, эволюция ледяного покрова, горизонтальная и вертикальная адвекция биогенных веществ, их регенерация), а также эффекты изменений характера образования и утилизации органического вещества, обусловленные крупными аномалиями теплового режима вод и нарушением трофического баланса при депрессии запасов мойвы (Несветова Г.И., Титов О.В. и др.). Кроме того, удалось детализировать картину многолетней динамики запасов эвфаузии в Баренцевом море и определить главные черты ее природы (Дробышева С.С.), установить зависимость урожайности двух основных видов эвфаузии от температуры вод в южной части моря, имеющую прогностическое значение (Бойцов В.Д.).

В соответствии с протоколом XXI сессии Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству и Международной программой мониторинга и оценки состояния среды Арктики (АМАП) институт в 1992 г. начал исследования содержания хлороорганических соединений, тяжелых металлов, нефтяных и полициклических ароматических углеводородов, радионуклидов в компонентах экосистемы Баренцева моря. Контроль за уровнем загрязняющих веществ проводился в зонах поступления атлантических вод в Баренцево море, на путях миграций



основных промысловых рыб, трассах интенсивного судоходства, в районах рыбного промысла и разведки нефти и газа. В качестве критериев загрязненности воды, биоты и донных отложений использовались ПДК загрязняющих веществ в воде рыбохозяйственных водоемов, нормативы Минздрава РФ и фоновые концентрации загрязняющих веществ в объектах окружающей среды по мировым данным.

В ходе наблюдений были замечены некоторые закономерности пространственно-временного распределения в воде и донных отложениях токсикантов, определено их содержание в воде, биоте и донных отложениях. Установлены ведущая роль Норвежского течения в переносе загрязняющих веществ в Баренцево море и тенденция снижения их концентраций в направлении с запада на восток, где они не превышают фоновых (Плотицына Н.Ф., Киреева Л.И. и др.).

Средние концентрации нефтяных углеводородов (*n*-парафинов) и тяжелых металлов в воде Баренцева моря в основном соответствуют их ПДК, утвержденным в нашей стране для рыбохозяйственных водных объектов, эпизодически превышая их. Суммарные концентрации хлорорганических соединений (0,0–2,5 нг/л) и полициклических ароматических углеводородов (0,18–1,60 мкг/л) также в допустимых пределах.

Содержания *n*-парафинов и тяжелых металлов в донных отложениях Баренцева моря уменьшаются с запада на восток в направлении основных течений. Среднее содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях западных районов составляет 35 мкг на 1 г сухой массы, центральных – 25 мкг/г, юго-восточных – 10 мкг/г. Общее содержание тяжелых металлов в донных отложениях западной части моря достигает 2,2 мг/г, центральной – 1,5 мг/г, юго-восточной – 0,5 мг/г. Содержание хлорорганических пестицидов (0,00–0,70 нг/г) и полициклических ароматических углеводородов (10–1000 нг/г) в донных отложениях Баренцева моря соответствует фоновому уровню.

Содержание *n*-парафинов в организмах рыб и промысловых беспозвоночных Баренцева моря – от 3 до 10 мкг на 1 г сухой массы. Почти 90 % всех *n*-парафинов приходится на углеводород природного происхождения пристан. Суммарное содержание полициклических ароматических углеводородов в ихтиофауне составляет 2–90 нг/на 1 г сухой массы, в промысловых беспозвоночных – до 10 нг/г. Бенз(а)пирен обнаружен в небольшом количестве проанализированных проб рыбы и донных беспозвоночных. Концентрации хлорорганических соединений и тяжелых металлов в организмах промысловых беспозвоночных и ихтиофауне Баренцева моря значительно ниже максимально допустимых, установленных Минздравом РФ для рыбы и морепродуктов.

Цезий-137 определяли в отдельных компонентах экосистемы Баренцева моря, поскольку он является наиболее достоверным и легкоопределяемым радиоактивным изотопом, который присутствует в выбросах при испытаниях ядерных устройств и в радиоактивных отходах. Эти данные свидетельствуют о низкой радиоактивности вод Баренцева моря (в поверхностном слое 5–15 Бк/м<sup>3</sup>). В донных осадках открытой части моря активность цезия-137 составляет 15–40 Бк/м<sup>2</sup>, в районе Но-

вой Земли – до 150 Бк/м<sup>2</sup>. Активность цезия-137 в промысловой ихтиофауне юго-восточной части Баренцева моря изменяется от 1 до 6 Бк на 1 кг сырой массы, других районов моря – от 0,2 до 3,3 Бк/кг, в промысловых беспозвоночных достигает 2,4 Бк/кг.

Таким образом, можно сказать, что в настоящее время экосистема Баренцева моря справляется с загрязняющими веществами, поступающими из сопредельных морей, а также в результате хозяйственной деятельности на его акватории, и считать Баренцево море одним из самых чистых в Северном полушарии.

В связи с ближайшей перспективой освоения нефтегазовых месторождений на шельфе Баренцева моря в Полярном институте в течение последних лет проводились токсикологические исследования влияния углеводородного сырья на гидробиологический режим и выживаемость гидробионтов при характерных для Баренцева моря температурных и световых условиях. Выполнена серия экспериментов по изучению воздействия газового конденсата Штокмановского месторождения, продукта переработки конденсата – метанола, а также природного газа на физико-химические показатели морской воды, выживаемость, уровень газообмена и эмбриогенез брюхоногих моллюсков, размножение планктонных ракообразных, на икру и личинки морских ежей, молодь трески (Кошелева В.В., Мигаловский И.П., Новиков М.А. и др.). Полученные результаты имеют важное значение для принятия эффективных природоохранных мер при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений на шельфе Баренцева моря.

Изменения, происшедшие в стране в начале 90-х годов, отразились на иерархии задач морской рыбохозяйственной науки и выдвинули на передний план совершенствование стратегии управления запасами промысловых гидробионтов. Соответственно повышаются роль и требования к контролю за текущими и прогнозированию ожидаемых изменений в морских промысловых экосистемах, возрастает значение экологического мониторинга и исследований влияния факторов морской среды (как природных, так и антропогенных) на воспроизводство, выживание и рост промысловых рыб.

Решение указанных задач в настоящее время осложняется сокращением экспедиционной деятельности на научно-исследовательских судах, что наносит наибольший урон именно экологическим исследованиям. Отмена или срывы экспедиций НИСов, которые не могут быть компенсированы привлечением промысловых судов ввиду иного характера их работ и оснащения, повлекли за собой многочисленные пропуски в многолетних рядах регулярных океанологических наблюдений или приостановили длительные серии натурных исследований, т.е. ухудшили качество и ограничили объем информационной базы. Вследствие этого сузились возможности как для объективного анализа, диагноза и прогноза океанографических условий, так и для дальнейшего изучения и моделирования отношений в системе "среда-биообъект". Поэтому насущной стала необходимость восстановления объема экспедиционной деятельности НИСов, которая может быть разрешена на правительственном уровне.