

УДК 25.00.28

DOI: 10.24412/2658-4255-2021-2-14-25

Для цитирования:

Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А. Результаты экологических исследований российских арктических морей // Российская Арктика. 2021. № 13. С. 14–25. DOI: 10.24412/2658-4255-2021-2-14-25

Получена: 09.06.2021

Принята: 29.06.2021

Опубликована: 13.07.2021



Статья распространяется в полнотекстовом формате на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (тема № 0129-2021-00100 и № 0129-2021-00102). Авторы благодарны М.В. Фленту, С.Г. Пояркову и А.И. Вялышеву за содействие в проведении исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКИХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Б.А. Нерсесов¹, Н.А. Римский-Корсаков¹

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия, Москва
nba1940@yandex.ru

Аннотация: Экологические исследования российских морей полярной зоны не теряют актуальности в силу угрожающего воздействия негативных факторов на их экосистему. Судами Российской Академии наук регулярно выполняются программы комплексного исследования экологического состояния российских арктических морей. Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН совместно с организациями-соисполнителями в 2004-2020 годах проводил систематическую экспедиционную работу в морях Российской Арктики, направленную на изучение региональных экосистем. При этом особенности экологических исследований связаны с наличием захоронений радиоактивных подводных объектов и отходов эксплуатации ядерных энергетических установок в акватории Новой Земли, а также комплексного изучения экосистем в акваториях других арктических морей. Проводимые экспедиционные работы имели цель уточнить местоположение и состояние подводных потенциально опасных объектов, а также степень воздействия затопленных радиоактивных объектов на водную среду. Как показала практика для обнаружения и обследования таких подводных объектов весьма эффективно комплексное использование гидроакустических, магнитометрических и видеосистем, технических средств отбора и радиационного анализа проб поверхностной и придонной воды, а также донных отложений. В статье также нашли отражение результаты экспедиционных экологических работ в Баренцевом, Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском морях.

Ключевые слова: арктические моря, подводные потенциально опасные объекты, морские экспедиции, экосистема, экологические исследования

RESULTS OF ECOLOGICAL STUDIES OF THE RUSSIAN ARCTIC EAS

B.A. Nersesov¹, N.A. Rimsky-Korsakov¹

¹ Shirshov Institute of oceanology of RAS, Russia, Moscow
nba1940@yandex.ru

Abstract: Environmental studies of the Russian seas of the polar zone do not lose their relevance due to the threatening impact of negative factors on their ecosystem. The ships of the Russian Academy of Sciences regularly carry out programs for a comprehensive study of the ecological state of the Russian Arctic seas. Institute of Oceanology named after P.P. Shirshov RAS, together with co-executing organizations in 2004-2020, carried out systematic expeditionary work in the seas of the Russian Arctic, aimed at studying regional ecosystems. At the same time, the features of environmental studies are associated with the presence of burials of radioactive underwater objects and waste from the operation of nuclear power plants in the

water area of Novaya Zemlya, as well as a comprehensive study of ecosystems in the water areas of other Arctic seas. The expeditionary work carried out was aimed at clarifying the location and condition of potentially dangerous underwater objects, as well as the degree of impact of dumped radioactive objects on the aquatic environment. As practice has shown, the complex use of hydroacoustic, magnetometric and video systems, technical means of sampling and radiation analysis of samples of surface and bottom water, as well as bottom sediments, is very effective for the detection and examination of such underwater objects. The article also reflects the results of expeditionary ecological work in the Barents, Kara, Laptev and East Siberian seas.

Keywords: arctic seas, underwater potentially dangerous objects, sea expeditions, ecosystem, ecological research

Введение

Российская зона арктических морей является естественной природной границей страны с севера. Там Россия омывается шестью морями Северного Ледовитого океана: Баренцевым, Карским, Лаптевых, Восточно-Сибирским, Чукотским.

При этом экологическое состояние Арктики в силу угрожающего воздействия негативных факторов на ее экосистему не перестают волновать мировую общественность.

Целевая направленность экспедиционной деятельности научно-исследовательских судов РАН изложена в Морской доктрине Российской Федерации: *«Морские научные исследования направлены на получение системных знаний о Мировом океане и его использовании, всех аспектах природных и технических процессов, происходящих на его дне и в недрах, водной толще, на поверхности и в атмосфере над ним, на антропогенных объектах в Мировом океане в интересах обеспечения устойчивого развития и национальной безопасности Российской Федерации».*

Одна из актуальных экологических проблем морей Российской Арктики связана с наличием захоронений радиоактивных подводных объектов и отходов эксплуатации ядерных энергетических установок в акватории Новой Земли.

Кроме того, регулярно проводятся комплексные исследования экосистем обусловленных загрязнением вод северных морей стоками нефти и химических соединений, а также морским транспортом.

Таким, образом, специфическая проблема обследования подводных потенциально опасных объектов (ППОО) в российской арктической зоне за последние 70 лет не потеряла своей актуальности. В качестве таких подводных объектов, как правило, принимаются затопленные корабли и суда, имеющие на борту источники радиоактивных загрязнений.

С началом широкого развития атомной энергетики в конце

40-х годов остро встала проблема утилизации радиоактивных отходов (РАО). Одним из вариантов утилизации, получившим довольно широкое распространение, стал сброс РАО в открытое море.

Проводимые в морях Российской Арктики экспедиционные работы имели цель уточнить местоположение и состояние подводных потенциально опасных объектов, а также степень воздействия затопленных радиоактивных объектов на водную среду. При этом возникает проблема, связанная с радиологическим контролем.

Как показала практика, для поиска, обнаружения и обследования подводных объектов в условиях естественной маскировки (илистый грунт, донная флора, складки рельефа дна) весьма эффективно комплексное использование гидроакустических, магнитометрических и видеосистем, технических средств отбора и анализа проб поверхностной и придонной воды, а также донных отложений [1].

Такие судовые технические системы широко используются при проведении морских экспедиций по поиску ППОО, а также экологическому контролю радиоактивного загрязнения морской среды.

Контроль за решением этой проблемы возложен на Департамент предупреждения чрезвычайных происшествий МЧС России, по заказу которого, начиная с 1998 года, Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН в акватории морей Российской Арктики проводятся экспедиции по обследованию подводных потенциально опасных объектов с использованием судовых геофизических средств.

Правительством Российской Федерации было принято Постановление от 28.06.2001 г. № 486 «О совершенствовании деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на подводных потенциально опасных объектах», а также Постановление от 21.02.2002 г. №124 «О декларировании безопасности подводных потенциально опасных объектов, находящихся во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации».

Во исполнение указанных Постановлений Правительства МЧС России возникло решение по созданию и ведению Реестра подводных потенциально опасных объектов во внутренних водах и территориальном море Российской Федерации (приказ МЧС от 2.08.2001 г. № 347 и приказ МЧС от 29.12.2001 г. №575).

В этой связи Департамент предупреждения чрезвычайных ситуаций МЧС России постоянно осуществляет мониторинг экологически опасных подводных объектов, занесенных в Реестр ППОО, путем проведения экспедиций по их поиску и обследованию на соответствующих акваториях.

Основная часть

1. Состояние экологических исследований морей Российской Арктики

Экологические исследования российских морей полярной зоны не теряют актуальности в силу угрожающего воздействия негативных факторов на их экосистему.

В 1991 году восемь арктических стран – Канада, Дания (включая Гренландию и Фарерские острова), Финляндия, Исландия, Норвегия, Российская Федерация, Швеция и США приняли Стратегию по защите окружающей среды Арктики (AEPS).

Международным экологическим сообществом установлено, что проблемы арктических акваторий постепенно перерастают в глобальные.

В 1996 году Министерства иностранных дел стран арктического региона подписали Оттавскую декларацию и образовали Арктический совет, который призвал обеспечить программу по всестороннему внедрению устойчивого развития региона.

Судами Российской Академии наук регулярно выполняются программы комплексного исследования экосистем арктических (Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского) морей (рис.1).

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) выделяет следующие основные экологические проблемы Арктического региона:

- загрязнение вод северных морей стоками нефти и химических соединений, а также морским транспортом;
- сокращение популяции арктических животных и изменение их среды обитания;
- изменение климата и таяние арктических льдов.

Причем повсеместное таяние льдов в Арктике представляется довольно опасным явлением. По сравнению с 1979 годом площадь льдов составляла 7,2 млн. кв. км, то в 2007

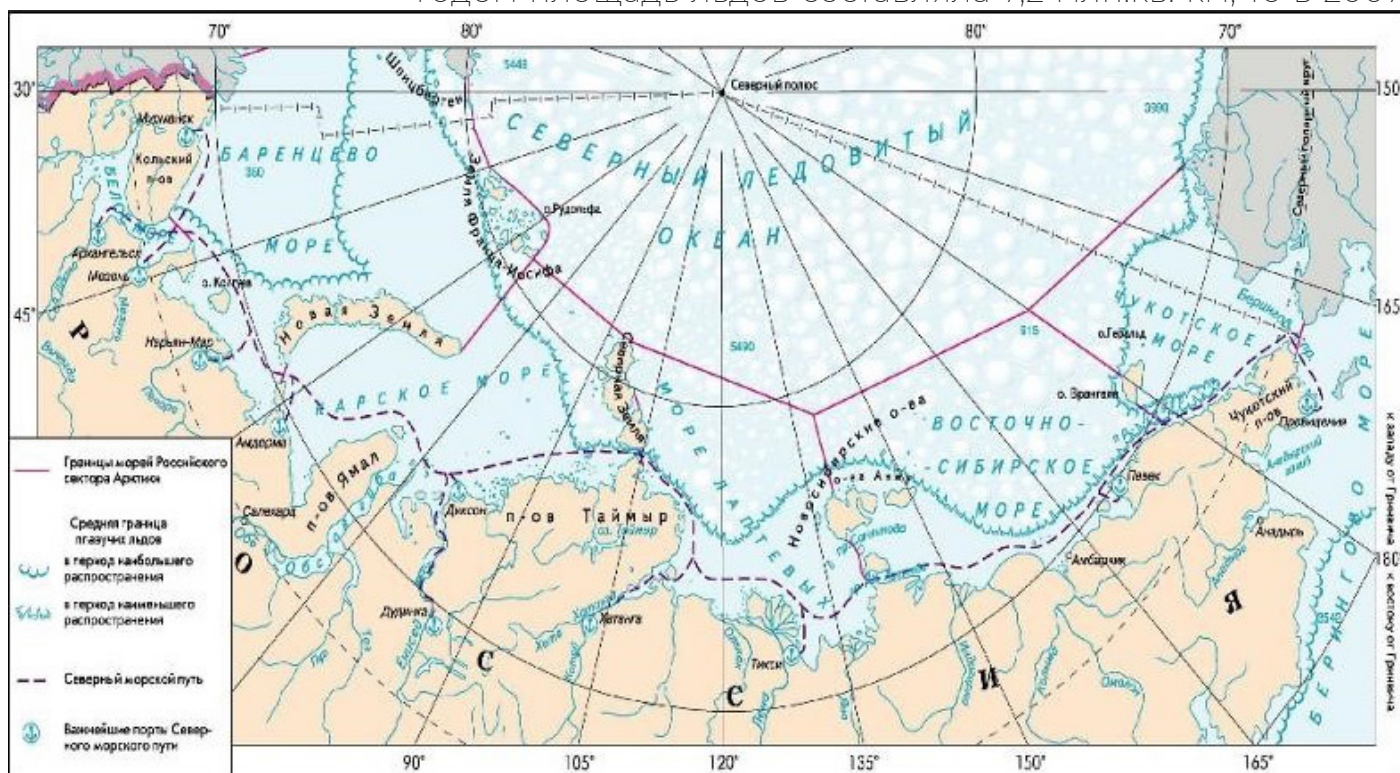


Рисунок 1 – Карта морей Российского сектора Арктики.

году она сократилась почти в два раза – до 4,3 млн. кв. км. Другим опасным явлением является резкое увеличение риска паводков. К 2020 году водосточность северных рек возросла на 90%, а время ледостава сократилось на 15 дней. Все это привело к увеличению опасности паводков в два раза [2,3,6].

Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук (ИО РАН) с организациями-соисполнителями проводят систематическую экспедиционную работу в морях полярной зоны, направленную на изучение региональных экосистем.

За 2004-2020 годы проведено 10 экологических экспедиций в Баренцевом, Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском морях [3].

Причем, если в акваториях Лаптева и Восточно-Сибирского морей выполнялись исследования их экологического состояния, то в акватории Новой Земли Карского моря решалась проблема изучения затопленных источников радиоактивных загрязнений морской среды.

Основными задачами экспедиционных работ "Обследование экологии морей российской Арктики" являлись:

- обследование районов нахождения радиоактивных ППОО с использованием геофизической аппаратуры (гидролокация, акустическое зондирование) на предмет уточнения их местоположения;
- измерение гидрологических параметров водной среды в районах нахождения ППОО;
- измерение радиоактивности и анализ загрязнений водной среды в районах нахождения ППОО радиоактивными веществами;
- отбор проб донного грунта в районах нахождения ППОО с последующим анализом на наличие загрязнений донных отложений обследуемых районов радиоактивными веществами;
- визуальный осмотр ППОО с помощью видеосистем телеуправляемых подводных аппаратов;
- обработка и анализ полученных данных [3].

2. Основные средства морского экологического мониторинга

Экологический мониторинг арктических морей проводился на базе научно-исследовательских судов (НИС) Академии наук РФ: «Академик Мстислав Келдыш» (рис.2) и «Профессор Штокман» (рис.3).

В процессе выполнения экологических экспедиций использовались следующие технические средства:

- геофизический комплекс поиска и определения координат ППОО;
- средства осмотра и идентификации ППОО;
- приборы измерения гидрологических параметров водной среды;



Рисунок 2 – НИС "Академик Мстислав Келдыш".

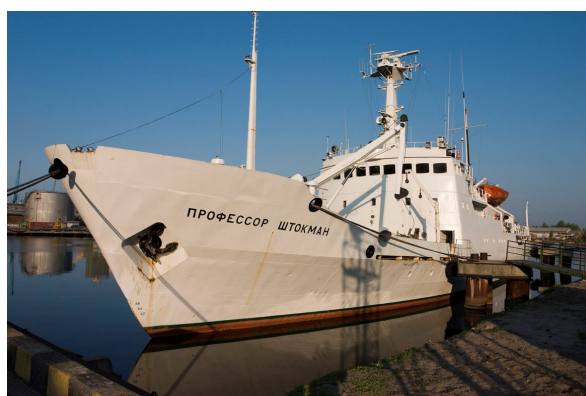


Рисунок 3 – НИС "Профессор Штокман".

- средства отбора проб воды и донного грунта;
- приборы измерения радиоактивности морской воды и донного грунта.

3. Результаты экологических исследований Баренцева моря

Баренцево море ограничено северным побережьем Европы и архипелагами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля.

Акватория Баренцева моря насыщена объектами, представляющими потенциальную радиационную опасность. Здесь размещена Кольская АЭС, а также сосредоточены основные места базирования и предприятия по обслуживанию кораблей и судов ядерно-энергетическими установками (ЯЭУ).

На рисунке 4 приведены значения содержания ^{60}Co и ^{137}Cs (Бк/кг сухого веса) в донных отложениях Кольского и Мотовского заливов, полученных в 2000 году [3,4].

Таким образом, зарегистрированные локальные уровни радиоактивных загрязнений на Кольском полуострове находятся на уровне значений, характерных для акваторий в местах базирования и обслуживания кораблей и судов с ЯЭУ.

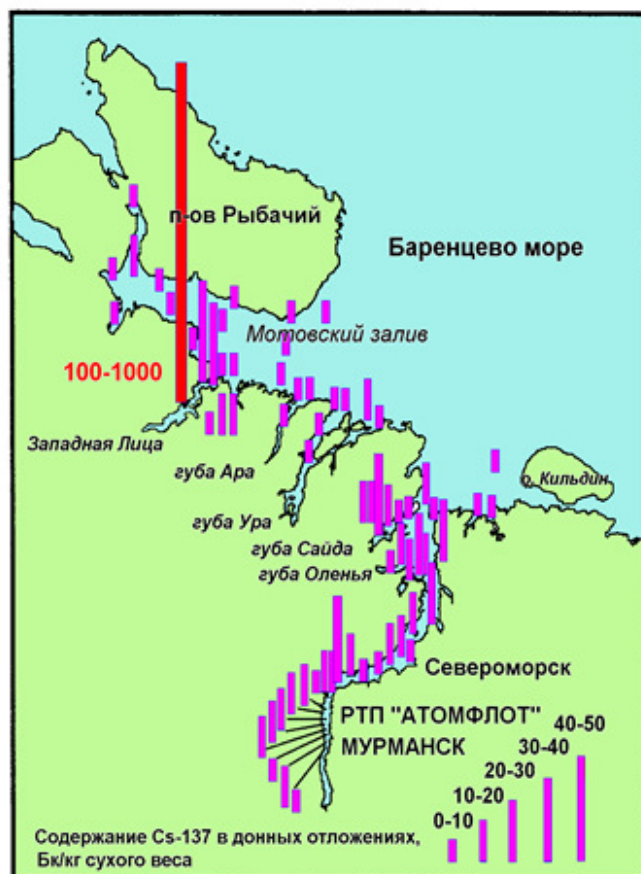
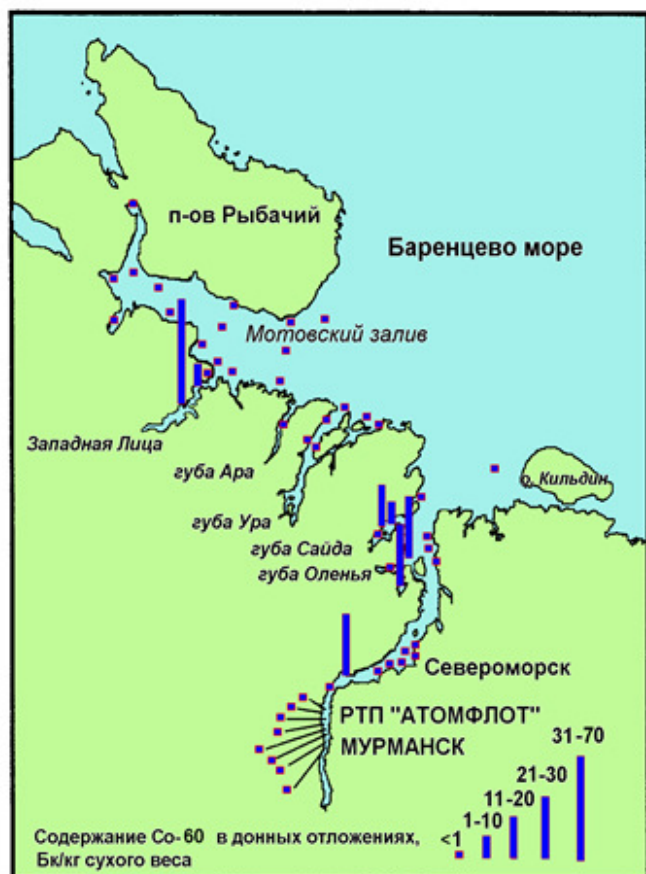


Рисунок 4 – Результаты экологического мониторинга Кольского и Мотовского заливов.

Работы по поиску и обследованию россыпи подводных потенциально опасных объектов с твердыми радиоактивными отходами (ТРО) в Карском море проводились в 2004-2017 годах [3].

Судовые экологические экспедиции проводили исследования в местах захоронения 13 реакторов с атомных подводных лодок, а также трех реакторов атомного ледокола «Ленин».

Как правило, отбору радиоактивных проб воды и донных отложений предшествовали обследования акваторий нахождения ППОО с использованием геофизической, гидрологической и оптической подводной аппаратуры.

Причем наибольшее, по массе, количество ТРО было захоронено в Карском море в районе Новоземельской впадины, а, по общей радиоактивности – в районе залива Седова Новой Земли [2,3].

Практически для всех затопленных радиационно-опасных объектов основным индикатором утечки радиоактивности, а, следовательно, разрушения защитных барьеров, является обнаружение в воде долгоживущих гамма-излучающих радионуклидов: продуктов деления ядерного топлива: цезия -137 и кобальта -60 [4].

Установлено, что при получении оперативной информации радиационно-опасных объектов оптимальным является прямое измерение гамма-излучения с помощью подводной аппаратуры радиационного контроля.

В проведенных экспедициях использовался качественно новый подход к исследованиям радиационной обстановки в акваториях, предполагающий измерение уровней излучения в непосредственной близости от ППОО с помощью подводной гамма-спектрометрической аппаратуры типа РЭМ, разработанной НИЦ «Курчатовский институт» [2, 3].

Большинство акваторий Новой Земли являются исследованными по уровню и динамике радиоактивного загрязнения. При этом особое внимание уделялось ППОО, затопленным в 1965 – 1988 годах, в заливах Цивольки (49,8%), Абросимова (27,1%) и Течений (11,1%) [3].

Так исследования радиоактивности, выполненные сотрудниками РНЦ «Курчатовский институт» и ГЕОХИ им. В.И. Вернадского РАН, показали следующие результаты: в заливах: Цивольки - 19778,0 ТБк, Абросимова – 10767,5 ТБк, Течений – 4392 ТБк [2,3].

Всего, наблюдаемые максимальные уровни загрязнения радионуклидами донных осадков вблизи источников ТРО достигали следующих величин: «цезий 137» – 105 Бк/кг; «стронций 90» – 4000 Бк/кг; «кобальт 60» – 350 Бк/кг; «свинец 239» – 15 Бк/кг. [3,4,5]

Впервые были уточнены координаты затопления ТРО в контейнерах и без упаковки в заливах Седова и Ога.

В целом радиационная обстановка в заливах Новой Земли удовлетворительная. Влияния затопленных потенциально опасных объектов с твердыми радиоактивными отходами на состояние экосистемы не выявлено.

5. Результаты экологических исследований моря Лаптевых

С запада море Лаптевых обрамлено Северной Землей, с востока – Новосибирскими островами, на севере переходит в Северный Ледовитый океан, являясь его окраинным морем. В него впадают: величайшая сибирская река Лена, а также реки Хатанга, Анабар, Оленек и другие.

По берегам этих рек размещаются шахты, заводы, фабрики и другие промышленные предприятия. Поэтому в их водах присутствуют фенолы, тяжелые металлы (цинк, медь) и другими опасные соединения. Материалы экологического мониторинга, полученные в западной части моря Лаптевых, позволили оценить масштабы влияния стока Хатанги на шельфовую экосистему.

Установлено, что только реки Лена и Яна ежегодно приносят в Юго-Восточную часть моря до 17 млн тонн взвешенных наносов [3].

Негативное воздействие на экологическую ситуацию в море Лаптевых также оказывал речной лесосплав. При этом разложение плавучей древесины приводило к появлению большого количества фенола – 8-10 мкг/л [6].

Как показали результаты экспедиций, содержание нефтепродуктов в отобранных пробах морской воды и пробах грунта находилось на уровне фоновых значений и не превышало значений ПДК - 0,05 мкг/л [6].

6. Результаты экологических исследований Восточно-Сибирского моря

С запада Восточно-Сибирское море ограничено Новосибирскими островами, а с востока – островами Врангеля.

Проблемы исследования Восточно-Сибирского моря сходны с проблемами других арктических морей. Однако здесь в большей степени уделяется изучению ледовитости моря, поведению Айонского ледяного массива (главным препятствиям мореплавания), колебаниям уровня моря и их прогнозам, течениям, дрейфу льдов и т.п. Важные задачи – оперативное обслуживание навигации, а также выбор наиболее рациональных судоходных трасс.

Были исследованы данные о гидрофизической структуре, гидрохимическом режиме составе и количественных характеристиках бактерио-, фито-, микро-, зоо- и ихтиопланктоне, а также радио-геохимических свойствах донных осадков.

В акватории Восточно-Сибирского моря проводились систематические комплексные исследования. С ними связаны важнейшие проблемы изучения моря: общая циркуляция вод, взаимодействие морских и речных вод, ледовый баланс моря, изучение шельфовой зоны, научное обслуживание арктического мореплавания. Решения этих разнообразных проблем - важная задача исследователей экологии полярных морей.

Заключение

1. В 2004-2020 годах Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН в сотрудничестве с ООО «Индел-Партнер» по заказу Федерального государственного казённого учреждения «Аварийно-спасательная служба по проведению подводных работ специального назначения» (ГОСАКВАСПАС) выполнено десять экспедиций.

2. Целью проведения морских экспедиций научно-исследовательскими судами Академии наук РФ являлся экологический мониторинг морей Российской Арктики.

Материалы, полученные в ходе экологических экспедиций, позволили достоверно оценить современное экологическое состояние Баренцева, Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей.

3. Экологические исследования арктических морей проводился на базе научно-исследовательских судов Академии наук РФ: «Профессор Штокман» и «Академик Мстислав Келдыш».

4. В процессе проведения экологических экспедиций решены следующие задачи:

- обследованы районы нахождения радиоактивных ППОО с использованием геофизической аппаратуры (гидролокация, магнитометрия, акустическое зондирование) на предмет детального обнаружения, обследования и уточнения их местоположения, а также радиационного мониторинга акваторий;

- в районах нахождения радиационно-опасных подводных объектов произведен отбор проб придонной воды и донного грунта с целью получения оперативной информации об уровнях гамма-излучения с помощью аппаратуры радиационного контроля.

- произведен визуальный осмотр ППОО с помощью видеосистем телеуправляемых подводных аппаратов.

5. Экологический мониторинг акватории Баренцева моря подтвердил негативное воздействие объектов, представляющих радиационную опасность (Кольская АЭС, атомные подводные лодки и надводные корабли).

6. Выявлено радиоактивное загрязнение акватории Карского моря из-за подводных потенциально опасных объектов, расположенных в районе Новой Земли. При этом большинство акваторий являются исследованными по уровню и динамике радиоактивного загрязнения. Особое внимание уделялось ППОО, затопленных в 1965 – 1988 годах, в заливах Цивольки (49,8%), Абросимова (27,1%) и Течений (11,1%).

Всего, наблюдаемые максимальные уровни загрязнений радионуклидами донных осадков (вблизи источников ТРО) достигали значений: «цезий 137» – 105 Бк/кг; «стронций 90» – 4000 Бк/кг; «кобальт 60» – 350 Бк/кг; «свинец 239» – 15 Бк/кг.

7. Материалы экологических исследований, полученные в западной части моря Лаптевых, позволили оценить масштабы влияния стоков рек Лены и Хатанги на

шельфовую экосистему. Отмечено негативное воздействие на экологическую ситуацию речного лесосплава, а также разложений плавучей древесины, что привело к появлению большого количества фенола – 8-10 мкг/л [6].

Установлено, что содержание нефтепродуктов в пробах морской воды и пробах грунта не превышает значений ПДК - 0,05 мкг/л [6].

8. Проблемы исследования Восточно-Сибирского моря сходны с проблемами других арктических морей. При этом в большей степени уделялось исследованию ледовитости моря, что способствовало оперативному обслуживанию навигации кораблей и судов.

9. В проведенных экспедициях использовался качественно новый подход к исследованиям радиационной обстановки, предполагающий измерение уровней излучения в непосредственной близости от ППО с помощью подводной гамма-спектрометрической аппаратуры типа РЭМ, разработанной НИЦ «Курчатовский институт».

10. В процессе экологического мониторинга была отработана оригинальная технология по радиационной оценке окружающей среды - использование ТПА малого класса, оборудованного бортовым гамма - спектрометром.

Список литературы:

1. Алексеев С.П. Справочник технических средств изучения параметров природной среды Мирового океана / Алексеев С.П., Аршик И.М., Римский-Корсаков Н.А. и др. – Изд. ГНИНГИ РФ, СПб. 2009, 183 с.
2. Казенов А.Ю. Исследование подводных потенциально опасных объектов в Карском море: монография/ Казенов А.Ю., Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А. - М.;ФГБНУ «Аналитический центр» Минобрнауки России, 2017. -274 с.
3. Казенов А.Ю. Экспедиционные исследования экологии морей Российской Арктики: монография/ Казенов А.Ю., Нерсесов Б.А., Римский-Корсаков Н.А.- М.;ФГБНУ «Аналитический центр» Минобрнауки России, 2018. -307 с.
4. Матишев Д.Г. Радиационная экологическая океанология / Матишов Д.Г., Матишев Г.Г. – Апатиты: Изд-во КНЦ, 2001 – 417 с.
5. Степанец О.В. Использование радионуклидов ^{210}Pb и ^{137}Cs для геохронологии современных осадков арктического бассейна в местах захоронения твердых радиоактивных отходов/ Степанец О.В., Борисов А.П./ Геохимия № 4, 2010, с. 424-429.
6. Флинт М.В. Экосистемы Российской Арктики-2017/Освоение морских глубин, сборник. М.:Издательский дом «Оружие и технологии», 2018. – С.52-57.

References:

1. Alekseev S.P. Reference book of technical means for studying the parameters of the natural environment of the World Ocean / Alekseev S.P., Arshik I.M., Rimsky-Korsakov N.A. and others - Ed. GNINGI RF, St. Petersburg. 2009, 183 p.
2. Kazenov A.Yu. Investigation of underwater potentially dangerous objects in the Kara Sea: monograph / Kazenov A.Yu., Nersesov B.A., Rimsky-Korsakov N.A. - M.; Federal State Budgetary Scientific Institution "Analytical Center" of the Ministry of Education and Science of Russia, 2017. -274 p.
3. Kazenov A.Yu. Expeditionary studies of the ecology of the seas of the Russian Arctic: monograph / Kazenov A.Yu., Nersesov B.A., Rimsky-Korsakov N.A. - M.; Federal State Budgetary Scientific Institution "Analytical Center" of the Ministry of Education and Science of Russia, 2018. -307 p.
4. Matishev D.G. Radiation ecological oceanology / Matishov D.G., Matishev G.G. - Apatity: Publishing house of KNTs, 2001 - 417 p.
5. Stepanets OV The use of ^{210}Pb and ^{137}Cs radionuclides for the geochronology of modern sediments of the Arctic basin in the burial sites of solid radioactive waste / Stepanets OV, Borisov AP / Geochemistry No. 4, 2010, p. 424-429.
6. Flint M.V. Ecosystems of the Russian Arctic-2017 / Development of the sea depths, collection. M.: Publishing House "Arms and Technologies", 2018. - P.52-57.