

Мы отдаем дань глубокого уважения тем,
кто в невероятно тяжелых условиях Крайнего Заполярья
начинал то дело, которое мы сегодня продолжаем.
Г.Г. Матишов, 1985 г.

*We pay tribute of respect to those
who facing the incredibly severe conditions of the Far North
commenced the studies and activities we continue today.*
Matishov, G.G. (1985)



Российская Академия Наук



Мурманский морской биологический институт
Российской академии наук

Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр Российской академии наук

Академик Г.Г. Матишов

ИССЛЕДОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПОЛЯРЬЯ РОССИИ

*Издание приурочено к 300-летию
Российской академии наук*

Предисловие – академик Г.Я. Красников

Москва
2023

УДК 574.5+551.46+332.1(985)
ББК 26.221
М 34

Рецензенты:

д.б.н. **Г.М. Воскобойников**, г.н.с., зав. лаб. альгологии ММБИ РАН;
д.г.-м.н. **С.Г. Парада**, г.н.с., зав. лаб. региональной геологии ЮНЦ РАН

Матишов, Г.Г.

М 34 Исследование Арктической зоны Заполярья России (издание приурочено к 300-летию Российской академии наук) / Г.Г. Матишов; предисл. ак. Г.Я. Красников. – М.: РАН, 2023. – 230 с.; ил. 205.

ISBN 978-5-907645-10-3

Морские экосистемы Арктики – один из наиболее чувствительных индикаторов глобальных климатических изменений. От их реакции на климатические аномалии зависят биоресурсный потенциал арктических морей и экологическая безопасность морской деятельности на акваториях Севморпути.

Современные природные процессы в Арктике оцениваются с позиций теории больших морских экосистем (БМЭ), которые рассматриваются как единство морской среды и биоты с учетом совокупности внешних климатических и антропогенных воздействий. Отмечается необходимость технического обновления и оптимизации комплексного мониторинга БМЭ, включая его биологическую, экологическую и социально-экономическую составляющие.

Книга ориентирована на широкий круг исследователей в области океанологии, морской биологии, экологии, социэкономике, а также читателей, интересующихся влиянием изменений климата на природные условия и социально-экономические характеристики морских экосистем Арктики.

Работа выполнена в рамках госзадания ММБИ РАН по теме «Планктонные сообщества арктических морей в условиях современных климатических изменений и антропогенного воздействия», № госрегистрации 121091600105-4 (16.09.2021), (FMEE-2021-0029)

УДК 574.5+551.46+332.1(985)

ISBN 978-5-907645-10-3

© ММБИ РАН, 2023
© ЮНЦ РАН, 2023



Murmansk Marine Biological Institute
of the Russian Academy of Sciences

Federal Research Centre the Southern Scientific Centre
of the Russian Academy of Sciences

Academician RAS Matishov, G.G.

RESEARCH ON THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FAR NORTH

*Edition dedicated to the 300-Year Anniversary
of the Russian Academy of Sciences*

Foreword – Academician RAS Krasnikov, G.Ya.

Moscow
2023

UDC 574.5+551.46+332.1(985)
BBK 26.221
M 39

Reviewers:

Voskoboinikov, G.M., Dr (Biology), Principle Researcher,
Head of Laboratory of Algology, MMBI RAS
Parada, S.G., Dr (Geology and Mineralogy), Principle Researcher,
Head of Laboratory of Regional Geology, SSC RAS

Matishov, G.G. (2023).

M 39 Research on the Arctic zone of the Russian Far North (edition dedicated to the 300-year anniversary of the Russian Academy of Sciences) / (with a foreword by Academician RAS Krasnikov, G.Ya.). Moscow: RAS, 2023. – 230 p.; 205 il.

Marine ecosystems of the Arctic are one of the most vulnerable indicators of the global climatic changes. The bio-resources potential of the Arctic seas and ecological safety of maritime activities in the Northern Sea Route areas depend on their response to climatic anomalies.

Current natural processes in the Arctic are assessed based on Large Marine Ecosystems theory principles (LMEs), which are considered as the entity of marine environment and biota taking into account the complex of external climatic and anthropogenic impacts. The necessity is noted for the technical updates and optimization of integrated monitoring in the LMEs, covering its biological, ecological, and socio-economic components.

The edition is for a wide range of researchers in oceanology, marine biology, ecology, socio-economics, as well as for readers interested in the impact of climatic changes on the natural conditions and socio-economic characteristics of the Arctic marine ecosystems.

The publication is within MMBI RAS State Task (Research Theme 'Plankton communities of the Arctic seas under the conditions of the current climatic changes and anthropogenic impact') (State Registration No. 121091600105-4 of 16.09.2021) (FMEE-2021-0029)

UDC 574.5+551.46+332.1(985)

ISBN 978-5-907645-10-3

© MMBI RAS (2023)
© SSC RAS (2023)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ (академик Г.Я. Красников)	11
ВВЕДЕНИЕ	14
Глава 1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЦЕНТРЫ ЗАПОЛЯРЬЯ	21
1.1. Кольский научный центр РАН	21
1.2. Геологический институт	25
1.3. Горный институт	26
1.4. Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева	27
1.5. Полярный геофизический институт	27
1.6. Институт проблем промышленной экологии Севера	27
1.7. Институт экономических проблем им Г.П. Лузина	28
1.8. Полярно-альпийский ботанический сад – институт им. Н.А. Аврорина	28
1.9. Мурманский морской биологический институт	28
1.10. ПИНРО им. Н.М. Книповича	31
1.11. Мурманское высшее инженерное морское училище им. Ленинского комсомола	32
Глава 2. КЛИМАТОЛОГИЯ АРКТИКИ	34
2.1. Общие природные тенденции	34
2.2. Информационные технологии для реконструкции климата и прогноза изменения окружающей среды	39
2.3. Арктические экспедиции и базы данных – фундамент прогнозов и моделей	45
2.4. Климат и биота	54
Глава 3. ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ ВЫЗОВЫ	58
3.1. Геостратегические угрозы	58
3.2. Рациональное природопользование и большие морские экосистемы	64
3.3. Социоэкономика	71
Глава 4. СЕВМОРПУТЬ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДОВОЙ ОКЕАНОГРАФИИ	76
4.1. Северный морской путь: специфика и инфраструктура	76
4.2. Комплексные исследования по трассе Севморпути на атомных ледоколах (опыт ММБИ 1996–2013 гг.) в регионы Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского морей	87
Глава 5. НОВОЗЕМЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ ПОЛИГОН И РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ И БИОТЫ	157

Глава 6. МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ ОТРАСЛИ (УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ, ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ)	164
6.1. История и состояние вопроса	164
6.2. Некоторые приоритетные вопросы хозяйствования	170
Глава 7. МОРСКИЕ БИОРЕСУРСЫ, РЫБОЛОВСТВО И АКВАКУЛЬТУРА	173
Глава 8. ПЕРСПЕКТИВЫ И ОБЩИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	186
8.1. Исследование опасных явлений в арктических морях	186
8.2. Общие вопросы	193
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	202
ПРИЛОЖЕНИЕ	207

TABLE OF CONTENTS

FOREWORD (Academician RAS Krasnikov, G.Ya.)	11
INTRODUCTION	14
Chapter 1. RESEARCH CENTRES OF THE FAR NORTH	21
1.1. Kola Science Centre RAS	21
1.2. Geological Institute	25
1.3. Mining Institute	26
1.4. Tananaev Institute of Chemistry	27
1.5. Polar Geophysical Institute	27
1.6. Institute of North Industrial Ecology Problems	27
1.7. Luzin Institute for Economic Studies	28
1.8. Avrorin Polar-Alpine Botanical Garden-Institute	28
1.9. Murmansk Marine Biological Institute	28
1.10. PINRO named after N.M. Knipovich	31
1.11. Murmansk Higher Engineering Marine School named after the Lenin Komsomol	32
Chapter 2. CLIMATOLOGY OF ARCTIC	34
2.1. General natural trends	34
2.2. Information technologies for climate reconstruction and environmental changes' forecast	39
2.3. Arctic expeditions and databases – basis for forecasts and models	45
2.4. Climate and biota	54
Chapter 3. GEOPOLITICAL AND ECOSYSTEM CHALLENGES	58
3.1. Geostrategic threats	58
3.2. Sustainable exploitation of natural resources and Large Marine Ecosystems	64
3.4. Socio-economics	71
Chapter 4. NORTHERN SEA ROUTE AND SEA ICE AND OCEANOGRAPHY RESEARCH	76
4.1. Northern Sea Route: specific features and infrastructure	76
4.2. Integrated studies along the Northern Sea Route aboard the nuclear icebreakers (MMBI practices of 1996–2013) in the Kara, Laptev, and East Siberian seas	87
Chapter 5. NOVAYA ZEMLYA NUCLEAR TESTING GROUNDS AND RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE ARCTIC SEAS AND BIOTA	157

Chapter 6. MINERAL RESOURCES INDUSTRIES (HYDROCARBON RAW MATERIALS, SOLID MINERALS)	164
6.1. History and the state of the issue	164
6.2. Some priority issues of economic activities	170
Chapter 7. MARINE BIO-RESOURCES, FISHERIES, AND AQUACULTURE	173
Chapter 8. RESEARCH PROSPECTS AND GENERAL GOALS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION	186
8.1. Research on the natural hazards and anthropogenic impacts in the Arctic seas	186
8.2. General issues	193
REFERENCES	202
ANNEX	207

ПРЕДИСЛОВИЕ

Государственный и общественный интерес к проблемам российской Арктики заметно усилился в последние годы. Восстанавливается и расширяется хозяйственная деятельность в Арктической зоне России, строятся морские порты, нефтяные и газовые терминалы, расширяется геологическая разведка на шельфе, осваиваются новые объекты и районы промысла углеводородного сырья, растет поток грузоперевозок по трассе Северного морского пути, усиливается военно-техническая деятельность. Теперь мало кто сомневается, что одним из актуальных приоритетов российского государства является комплексное освоение Арктики.

Геннадий Григорьевич Матишов много лет возглавлял Мурманский морской биологический институт РАН, участвовал в десятках научно-исследовательских рейсов по северным морям, побывал на Северном полюсе, исследовал промысловую океанографию, геоморфологические особенности, гидрологию северных морей и биоту Заполярья. Результаты исследования экосистем северных морей и прибрежных зон, полученные Г.Г. Матишовым, а также другие важнейшие разработки успешно применяются при освоении биологических и нефтегазовых ресурсов северных морей и для решения оборонных задач.

Обоснована важность мультидисциплинарных научных исследований Арктики. Ведь на Арктическую зону приходится 18 % территории Российской Федерации и 28 % всех мировых арктических владений, более половины протяженности всех российских побережий, где проживает более двух миллионов россиян.

Справедливо показано, что есть в Заполярье академические научно-исследовательские институты, готовые проводить фундаментальные и прикладные исследования в регионе по самым различным направлениям науки и восстановить в достаточной мере сроки научно-технологического лидерства России в исследовании Арктики. Прежде всего это институты Кольского научного центра РАН.

По ряду причин именно в Арктике природные изменения проявляются особенно наглядно, а их последствия влияют на климатические изменения всей Земли. Поэтому в мировой науке климатические процессы в Арктике рассматриваются как индикатор глобальных изменений. Особую роль играет морской лед – один из ключевых индикаторов климата, – именно ему посвящен значительный объем книги. Автор обращает внимание на необходимость учета гидрофизических и гидроакустических явлений и изменений в стратификации океаносферы, демонстрирует зависимость биоты арктических морей, в том числе промысловых видов, от климатических изменений. Автор делает акцент на том, что изменения биоты происходят через 3–8 лет после пика климатической аномалии, и это следует учитывать при прогнозировании биоресурсного потенциала морей.

На заполярном театре пересекаются интересы не только России, Норвегии, США, но и блока НАТО в целом. Наиболее остро конкуренция проявляется в области освоения нефтегазовых и рыбных ресурсов, водных путей, островов и архипелагов. В книге описываются ситуации противостояния военных кораблей флотов России и НАТО, факты и обстоятельства проникновения к границам России американских атомных подводных лодок.

Природопользование в Арктической зоне Российской Федерации сложилось на основе наземной и морской экономической деятельности, объединенной в природно-экономической системе Северного морского пути (СМП). Система СМП включает прибрежные и высокоширотные морские трассы, портово-промышленные комплексы, инфраструктуру и зоны деятельности ВМФ и пограничных войск, охраняемые тер-

ритории и акватории. Эти и другие вопросы широко освещены в книге. Показано, что экономическая эффективность и экологическая безопасность в этой системе зависят от комплекса факторов, включающих изменения климата и ледяного покрова, устойчивость морских и наземных экосистем, совокупность преднамеренных и непреднамеренных антропогенных воздействий. Отмечается необходимость продолжения и расширения исследований всех этих факторов.

Отдельная глава посвящена Новоземельскому ядерному полигону и проблеме радиационного загрязнения арктических морей и биоты. Это стало реальностью после первого испытания атомного устройства на архипелаге Новая Земля в 1955 г. Однако при глобальном распространении техногенных радионуклидов на состояние отдельно взятых участков влияет в основном транзит загрязнителей и вторичные источники радиации. Так, поступающие в Баренцево море и Арктический бассейн воды ветвей Северо-Атлантического течения на своем пути загрязнялись сбросами отходов западноевропейских радиохимических предприятий.

Арктический шельф РФ и побережье по прогнозируемым минерально-сырьевым ресурсам являются уникальным резервом углеводородного сырья. В работе представлена характеристика известных месторождений и перспективных площадей, их основных параметров. Наряду с признанием успехов в поиске и разведке нефтегазовых месторождений на шельфе и в россыпных ископаемых прибрежных зон отмечается отставание России от мирового научно-технического уровня бурения морского дна вообще и глубоководного бурения в частности. Отсутствие таких данных по континентальному склону, подводным хребтам и котловинам Арктического бассейна затрудняет обоснование заявок на расширение российской экономической зоны в Арктике. Для решения этих вопросов необходимо привлечение и кооперация академических и отраслевых НИИ во взаимодействии с крупными компаниями-недропользователями.

Наша страна была и остается морской рыболовной державой. Наиболее продуктивный промысловый водоем в Арктике – Баренцево море. В других арктических морях (Карское, Лаптевых, Чукотское и Восточно-Сибирское) также обитает ряд широко распространенных промысловых видов рыб.

Однако состояние их запасов и возможности их промыслового освоения исследованы очень слабо. Если численность и запасы промысловых видов рыб по состоянию на текущий момент можно подсчитать, то спрогнозировать их изменения с учетом всех определяющих природных и техногенных факторов без фундаментальной науки невозможно.

Особое внимание уделено аквакультуре. Аквакультура – это вопрос безусловной господдержки, гарантирующей финансирование на 10–20 лет. Чтобы поднять объем товарного рыбоводства требуется создать условия для работы порядка тысячи фермерских хозяйств. А для этого необходимо разработать технологии для разных видов аквакультуры. У институтов РАН имеется большой опыт прикладных исследований по выявлению и оценке запасов новых объектов промысла, разработке технологий получения пищевого и фармацевтического сырья из морепродуктов, организации плантаций аквакультуры.

В заключительной главе автор формулирует предложения по основным направлениям исследований в Арктической зоне России. Все предложения могут быть реализованы при усилении роли государства в формировании научной политики в Арктике, в том числе обновлении технической базы и научно-исследовательского флота, оптимизации сети научно-исследовательских учреждений и полярных станций, создании системы подготовки специалистов всех уровней. Самое главное, считает автор, современная жизнь в Арктике может и должна быть комфортной. Необходимо сделать

жилье максимально доступным, обустраивать социальную сферу. Это будет менять самочувствие и настроение людей, их отношение к жизни на Севере.

Знакомство с настоящим изданием позволяет понять, какими красотами и богатствами обладает российское Заполярье. Это фактически неисчерпаемый ресурс для будущего культурного и экономического развития России. Необходимо сделать всё возможное и невозможное, чтобы не допустить разрушения весьма уязвимых экосистем Заполярья при освоении полезных ископаемых, биоресурсов, эксплуатации СМП. Как это можно осуществить – показано в настоящей книге.

Президент РАН
академик РАН Г.Я. Красников



ВВЕДЕНИЕ

Государственный и общественный интерес к проблемам российской Арктики, отчасти утраченный в период кризисного реформирования экономики, заметно усилился в последние годы. Были приняты документы, определяющие цели и задачи государственной политики в Арктике: Указ Президента РФ от 5 марта 2020 г. № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года»; Указ президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года»; Указ Президента РФ от 31 июля 2022 г. № 512 «Об утверждении Морской доктрины Российской Федерации».

Проблемы глобальных климатических изменений в последние годы постоянно находятся в центре внимания мировой общественности, обсуждаются на политических и научных форумах самого высокого уровня. По ряду причин в Арктике природные изменения проявляются особенно наглядно, а их последствия важны для любой хозяйственной деятельности и обеспечения экологической безопасности в регионе. Для морей и побережий Северного Ледовитого океана приоритетное значение имеют изменения гидрологических и ледовых условий, от которых зависят жизнедеятельность населения, коренных народов, морских экосистем, их биоресурсный потенциал, условия навигации по Севморпути, доступность нефтегазовых ресурсов шельфа и экономическая эффективность их эксплуатации.



Рис. 1. Арктика. Северный Ледовитый океан¹

На территории Российской Федерации, в северной ее части, за рубежной 70-й широтой располагаются такие стратегически значимые земли, как полуостров Рыбачий (частично), Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Новосибирские острова, остров Врангеля. В Заполярье сосредоточены важные государственные объ-

¹ Здесь и далее на картах представлены границы Российской Федерации, актуальные до февраля 2022 г., если не оговаривается иное.

екты – Северный флот и его базы, Атомфлот, Новоземельский полигон, предприятия «Норильского никеля».

На Арктическом побережье в Заполярье крайне важны опорные пункты, места укрытия судов и кораблей. Перечислим с востока на запад населенные пункты в Заполярье, значимые для государства: п.г.т. Мыс Шмидта, г. Певек, п.г.т. Черский, п.г.т. Чокурдах, г. Верхоянск, п.г.т. Тикси, с. Жиганск, с. Оленёк, мыс Челюскин, с. Хатанга, п.г.т. Диксон, г. Дудинка, г. Норильск, п. Тазовский, п. Ямбург, г. Салехард, г. Воркута, п. Амдерма, г. Нарьян-Мар, г. Мезен (рис. 1). На Кольском полуострове – крупные города: Мурманск, Североморск, Канда拉克ша, Ковдор, Мончегорск, Апатиты, Оленегорск, Кировск, Печенега, Заполярный, Гаджиево, Полярный, Терберка; на побережье полузаброшенные поселки – Дальние Зеленцы, Бугрино, Варнек, Йоканьга и т.д.

Прибрежные зоны арктических морей, на которых располагается более половины российских побережий, изучены очень слабо. Их освоение затормозилось в конце прошлого века, когда экономический спад привел к депопуляции арктических территорий, резкому сокращению перевозок по Северному морскому пути, снижению активности Военно-морского флота РФ. По берегам Белого моря из 65 старинных поморских деревень только 32 – действующие, остальные либо пустуют, либо превратились в дачные поселки (рис. 2).

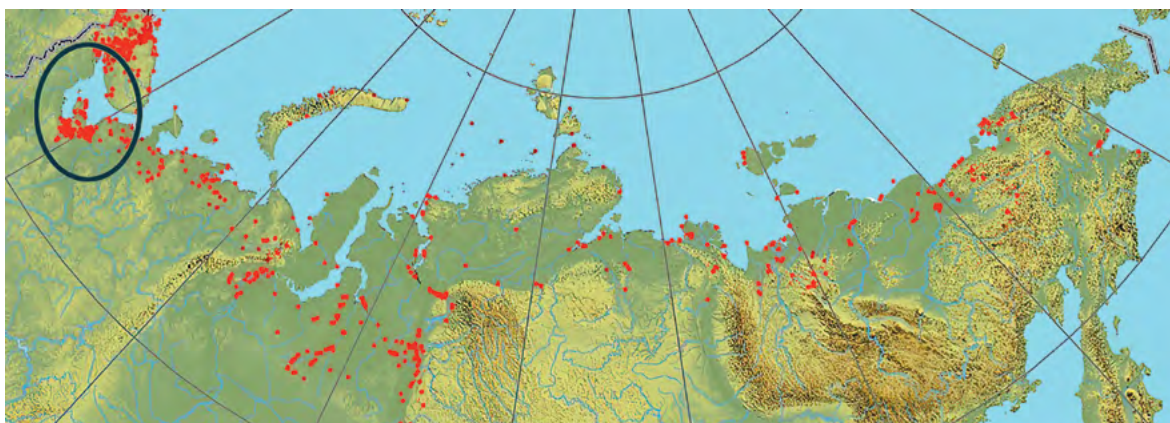


Рис. 2. Зброшенне населенне пункты Севера РФ (данные за прошедшие 30 лет)

* Карта печатается с разрешения автора А.А. Медведева (ИГ РАН) (из доклада Медведева А.А. и Соломиной О.Н. на заседании Совета РАН по космосу РАН 3 февраля 2021 г.)

Географические границы не всегда определены, в некоторых случаях приоритетной задачей становится само их определение, как, например, для южной границы Арктической зоны или внешнего контура континентального шельфа России. При директивном подходе, принятом в государственном планировании, южная граница Арктической зоны местами опускается на 500–600 км на юг от Северного полярного круга, почти до 60° северной широты (Санкт-Петербург, 59°57' с.ш.). Мало кто знает, что при таком подходе Архангельск, Северодвинск, Туруханск, Салехард, Анадырь относятся к Арктике.

С точки зрения административного хозяйствования, южная граница Арктики совпадает с южной границей зоны тундры. Климат суровый, заселена крайне редко. В современном международном праве закреплено разделение Арктики на 5 секторов (рис. 3), условными основаниями для которых служат северные границы стран – России, США, Канады, Дании (Гренландия) и Норвегии, боковыми гранями – меридианы, а вершиной – Северный полюс (рис. 4).

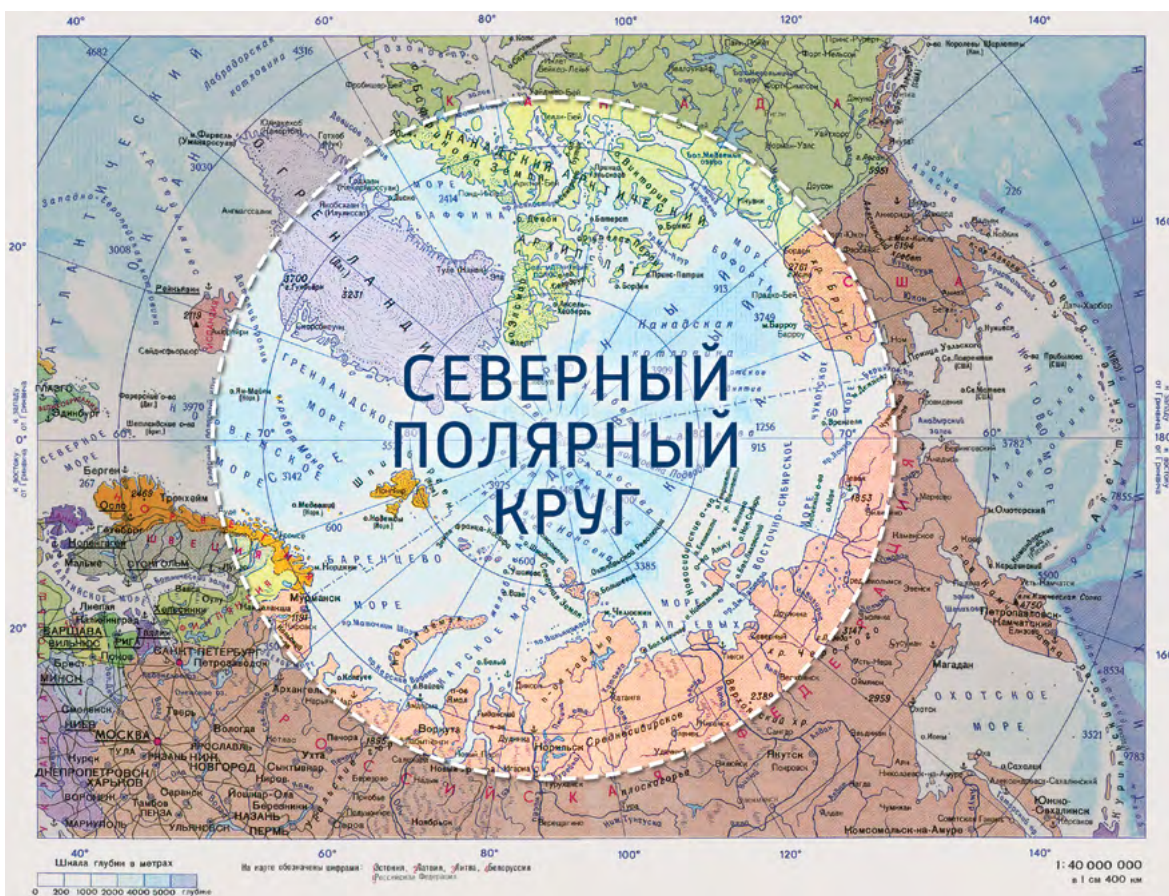


Рис. 4. Северный полярный круг на политической карте мира



Рис. 5. Муниципальные образования Арктической зоны Российской Федерации

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Арктическая зона, а именно русская Арктика, занимает 18 % территории Российской Федерации и 28 % мировых арктических владений. В российской части Арктики проживает более двух миллионов человек, и, по данным Росстата на 2019 г., большинство из них являются жителями арктических городов. Кроме того, в России Арктика является самым «городским» регионом страны: такого уровня урбанизации не наблюдается ни в одном российском федеральном округе. Особый исследовательский интерес представляют городские агломерации российской Арктики – уникальное явление, подобного которому больше нет нигде в мире (рис. 5).

Огромную роль в освоении Арктики сыграл Северный морской путь. Восстанавливается и расширяется хозяйственная деятельность в арктических морях: происходит строительство портов и нефтяных терминалов, геологическая и геофизическая разведка на шельфе, освоение новых объектов и районов промысла. После длительного спада начался рост грузоперевозок по трассе Северного морского пути (СМП).

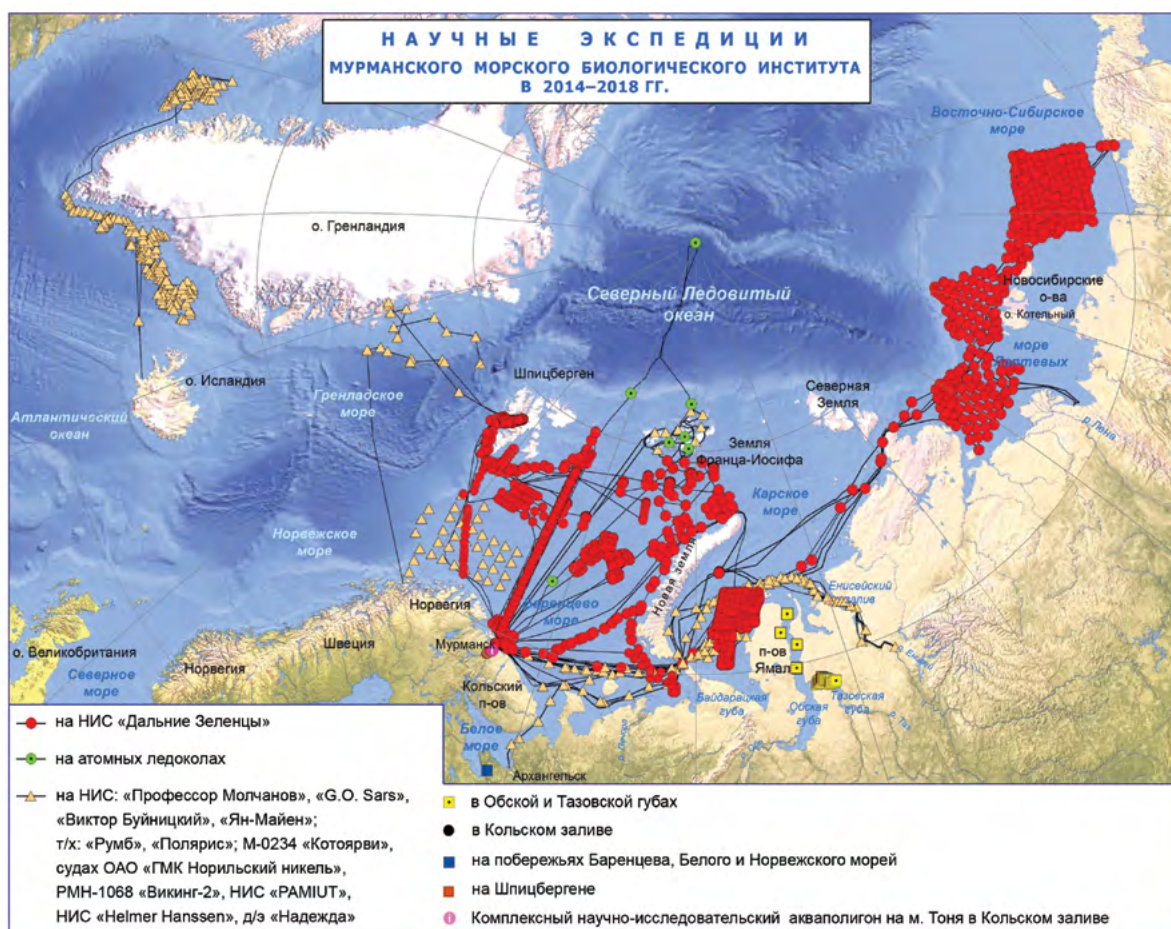


Рис. 6. Научные экспедиции ММБИ РАН в 2013–2020 гг.

К территории России прилегают два океана – Северный Ледовитый и Тихий, а также 13 окраинных и внутренних морей. Это жизненно важный ресурс развития страны в XXI в., его наличие диктует приоритеты фундаментальных и прикладных исследований в области океанологии. Изучение арктических морей предстоит сфокусировать на процессах эволюции океаносферы – от прибрежных земель и морской поверхности до дна морских впадин.

В морях Северного Ледовитого океана работы ледокольного и транспортного флотов, в том числе экспедиции, проходят в сложной природной обстановке (рис. 6)

и требуют повышения затрат, поэтому возможности судов должны использоваться наиболее эффективно. Для этого исследовательский интерес необходимо сосредоточить не только на сборе данных о незамерзающих морях Западной Арктики, где ведется рыбный промысел, именно они длительное время были основной ареной морских экспедиций, но и на среде и экосистемах арктического шельфа, изучение которого приобрело сейчас особое значение. В современной истории климата самым теплым был период атлантического оптимума – около 6,8 тыс. лет назад. За последние столетия отмечались циклические изменения климата и состояния ледяного покрова, заведомо не связанные с антропогенными воздействиями. Среди них выделяется «малый ледниковый период» в середине минувшего тысячелетия, который был отмечен похолоданием в Европе, ухудшением ледовых условий в морях Западной Арктики, гибелью поселений европейцев в Гренландии.

Российская Арктика занимает больше половины Северной циркумполярной области Земли. Именно здесь климатические изменения характеризуются наибольшим размахом и ведут к серьезным последствиям для жителей и обитателей Заполярья, морской хозяйственной деятельности. Природная среда сформировалась здесь, по существу, в послеледниковый период, который длится более 10 тыс. лет. И только по отношению к этому периоду можно обсуждать природные аномалии как отклонения от статистически достоверной нормы.

Сегодня Арктикой занимаются даже те, кто ее никогда не видел. На волне дискуссий о «глобальном потеплении климата» возникают разного рода спекуляции. Причина их в том, что в XXI столетии проблема климата приобрела геополитическую и коммерческую окраску.

Когда приходится слышать и читать о глобальном потеплении, отвечаю, что всё это из области политики. В 2017 г. на ледоколе «50 лет Победы» я был на Северном полюсе (рис. 7). Мы вышли из Мурманска и дошли до Земли Франца-Иосифа. Это 1200 км. А потом еще 1100 км до Северного полюса.



Рис. 7. Экспедиция на Ледоколе «50 лет Победы» к Северному полюсу. Август 2017 г.

И когда стоишь на вершукке планеты в конце августа, а вокруг снег, видишь торосы и белых медведей, то думаешь: «Вот бы сюда всех сторонников глобального потепления на один день. Выживут они? Вряд ли». Нет его, глобального потепления. С 1965 г. Кольский залив трижды замерзал. Это факт. Я глубоко убежден, что климат цикличесен. Это было доказано советскими климатологами, подтверждено многолетними наблюдениями.

Основными целями данной работы являются научно-аналитическая и экспертная поддержка деятельности Госкомиссии по Арктике (в том числе президиума Госкомиссии, рабочих групп Госкомиссии, делового совета Госкомиссии и Центра обеспечения деятельности Госкомиссии) на основе интеграции опыта и знаний, координации существующих научно-экспертных наработок; а также знакомство общественности с историей освоения, исследованиями, современными проблемами российской Арктики.

В основу книги были положены первичные данные и информация, собранная Мурманским морским биологическим институтом (ММБИ). Проанализированы многочисленные публикации ММБИ, Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии имени Н.М. Книповича (ПИНРО), институтов Кольского научного центра РАН, Арктического и антарктического научно-исследовательского института, ВНИИ Океангеология и других учреждений. Используются материалы, в том числе неопубликованные, профессора П.Р. Макаревича, к.г.н. Д.В. Моисеева и др.

В списке литературы в основном приведены публикации, в которых излагаются проблемы Арктической зоны России и задачи по исследованию Заполярья. В приложении книги представлен список публикаций автора за 1970–2020 гг., который отражает спектр тем, интересов и исследований мурманских институтов: ПИНРО и ММБИ.

Мы благодарны всем, кто предоставил информацию.

Глава 1

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЦЕНТРЫ ЗАПОЛЯРЬЯ

Отечественные полярные (арктические) исследования корнями уходят в эпоху поморов, мореходов, сборщиков яиц на «арктических базарах», зверобоев царской России. На заре советской власти, сразу после Гражданской войны, стали организовываться различные рыбопромысловые, геологоразведочные, этнографические экспедиции в северные моря, на арктические архипелаги, сибирское побережье Северного Ледовитого океана, к полярным горным массивам – Хибинам, Северному Уралу, Таймыру (рис. 1.1). В 1920–1930-е гг. в Заполярье возникли первые научно-изыскательские организации.

Полярные исследования всегда занимали особое место в отечественной науке. Российским и советским ученым принадлежит приоритет в открытии и описании самых протяженных участков побережий и многочисленных островов Северного Ледовитого океана, исследовании его климата, ледового режима, структуры и динамики вод, геотектоники, морской биоты [Матишов, Чилингаров, 2002; Матишов и др., 2019; Матишов, Дженюк, 2012]. Важнейший вклад в экономику страны внесли рыбопромысловые исследования, развернутые в конце XIX в. на Баренцевом море под руководством

Н.М. Книповича. Успешное освоение Северного морского пути было бы невозможным без участия О.Ю. Шмидта, Н.Н. Зубова, В.Ю. Визе и других ученых-полярников. Перспективы развития России обеспечены уникальными нефтегазовыми месторождениями, открытыми на шельфах Баренцева и Карского морей в 1980–1990-е гг. [Матишов и др., 2009].

1.1. Кольский научный центр РАН – один из старейших научно-исследовательских центров Российской академии наук, он является единственным центром, который географически целиком расположен в Арктической зоне.

Центр ведет начало от Хибинской горной станции АН СССР «Тиэтта», основанной в 1930 г. и преобразованной в 1934 г. в Кольскую научно-исследовательскую базу АН СССР им. С.М. Кирова. В 1949 г. был создан Кольский филиал АН СССР, в 1988 г. – Кольский научный центр АН СССР. В целом это был самый крупный в АН СССР академический центр. В эпоху максимального подъема в КНЦ трудилось до 4 тыс. ученых и инженеров (рис. 1.2, 1.3).



Рис. 1.1. Фотоальбом С.А. Майстермана, посвященный Кольскому Северу, 1996 г.

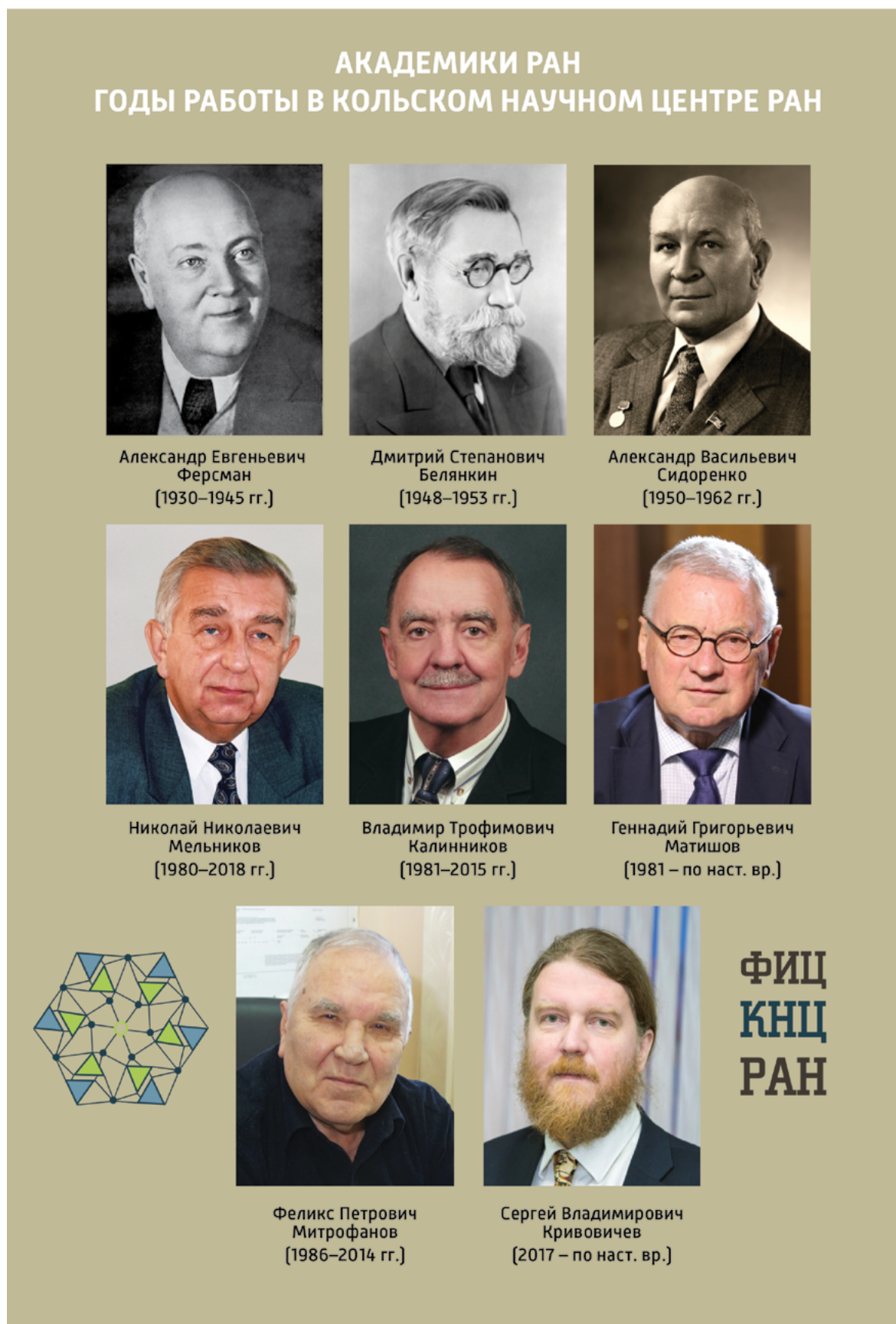


Рис. 1.2. Академики Кольского научного центра РАН



Рис. 1.3. Члены-корреспонденты Кольского научного центра РАН

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В 1991 г. Кольский научный центр вошел в структуру Российской академии наук и до 2013 г. объединял в своем составе 9 научно-исследовательских институтов, располагающих общей инженерно-технической и социальной инфраструктурой.

В целом КНЦ осуществляет в Евро-Арктическом регионе фундаментальные исследования особенностей природной среды высокоширотной области Земли и обеспечивает научную основу для разведки и оценки ресурсного потенциала, разработки международной стратегии освоения Крайнего Севера.

Кольский научный центр имеет свой академический городок на архипелаге Шпицберген (рис. 1.4). Стационар проводит сезонные наблюдения и работает круглогодично. Здесь есть свой морской причал. И проблем с заходом НИС «Дальние Зеленцы» (рис. 1.5) в Ис-фьорд к причалам Лонггийра не возникало до 2021 г.

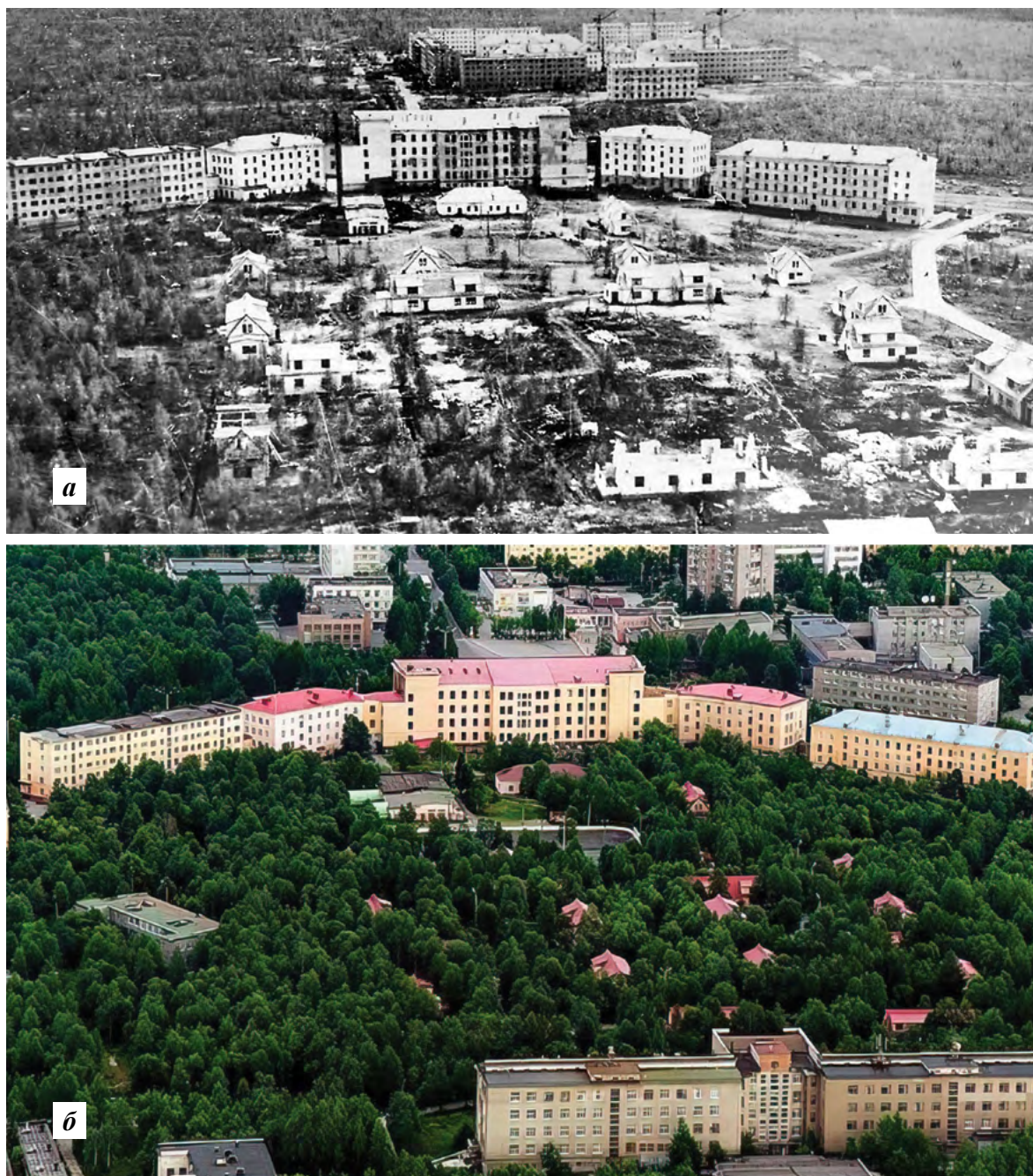


Рис. 1.4. Академгородок КНЦ РАН:
а – панорама строительства, 1961 г.; *б* – современный вид (фото из архивов КНЦ РАН)



Рис. 1.5. НИС «Дальние Зеленцы» в Баренцбурге на архипелаге Шпицберген (фото из архивов ММБИ)

Однако 9 ноября 2022 г. в Норвегии развернулась дискуссия о возможном запрете для мурманских исследователей изучать Норвежское море. По сообщению сетевого издания NRK, лидер парламентского комитета по международным отношениям Инне Эриксен Сёрейде из правых требовала, чтобы Норвегия отклонила российскую заявку на выход НИС «Дальние Зеленцы» в акваторию норвежского Шпицбергена для научно-исследовательских работ зимой 2022–2023 гг. Она считает, что сейчас есть очень веские причины не допускать такого рода российской деятельности в норвежской зоне [МК в Мурманске, 20.11.2022.]. В результате норвежские власти хотя и разрешили научному судну «Дальние Зеленцы» зайти в Баренцбург, но в проведении морских исследований в норвежских территориальных водах российским ученым было отказано.

1.2. Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (ГИ КНЦ РАН) образован в 1951 г. Он стал первым структурным подразделением, получившим статус института в составе Кольского филиала АН СССР.

Хибинские горы – одно из самых удивительных мест на Земле. Тысячи лет под покровом Тайги и нехоженых тундр здесь скрывались фантастические минеральные богатства. Благодаря успехам российской науки в XX в. они стали источником благосостояния миллионов людей. У подножья Хибин выросли комфортабельные города с мощной индустрией, но разумная стратегия природопользования позволила сохранить при этом в первозданной красе неповторимые ландшафты.

За более чем 70-летнюю историю своего существования институт выполнил классические петролого-минералогические и геохимические исследования, связанные с изучением вещественного состава и свойств горных пород, руд и минералов. Выполнены крупные теоретические обобщения по всем рудным районам и месторождениям

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Кольского полуострова, проанализированы петрологические и геохимические взаимосвязи магматизма и рудообразования, вопросы металлогенетического и формационного анализа.

В сферу научно-исследовательских интересов Геологического института КНЦ РАН входят геология, геохронология, металлогения и глубинное строение докембрийских структур; их роль и место в формировании континентальной литосферы; минералогия: состав и структура минералов и наноразмерных минеральных фаз уникальных геологических объектов Кольского региона.

1.3. Горный институт КНЦ РАН – обособленное подразделение Кольского научного центра Российской академии наук, он был образован в 1960 г. (рис. 1.6). Институт выполняет фундаментальные и прикладные исследования, направленные на получение новых знаний в области горных наук и решение вопросов, связанных с освоением и развитием минерально-сырьевой базы России на основе комплексного интегрированного подхода к добыче, переработке рудного и техногенного сырья, модернизации оборудования; а также с преодолением экологических проблем.



Рис. 1.6. Памятник А.Е. Ферсману у здания Горного института

Является единственным академическим горным институтом на Северо-Западе России, которому принадлежит ведущая роль в научном сопровождении основных добывающих предприятий российской части Баренц-региона. Институт занимает лидирующие позиции в ряде приоритетных фундаментальных и прикладных направлений горных наук, таких как разработка рудных месторождений в сложных горно-геологических условиях; цифровые технологии инженерного обеспечения горных работ;

геомеханическое обеспечение безопасности ведения горных работ; комплексная переработка минерального сырья; сохранение и разработка техногенных месторождений; мониторинг техногенного воздействия на природную среду; восстановление природных экосистем.

1.4. Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева (ИХТРЭМС КНЦ РАН). Решение о создании Института химии было принято в Москве на заседании президиума Академии наук СССР 27 декабря 1957 г. Уже через год в его составе сформировались 5 лабораторий, в которых работал 71 человек (из них 4 кандидата наук). У истоков института стояли молодые ученые, впоследствии ставшие его ведущими специалистами.

Первым объектом исследований стал лопарит, затем в сферу научных интересов попали перовскит, сфен, эвдиалит, кианит, полунит, сподумен. Потребности промышленности региона диктовали необходимость активного развития этого направления исследований. Также работы были нацелены на разработку эффективных технологий очистки газов, сточных вод, утилизации твердых промышленных отходов в целях охраны окружающей среды и повышения экономической эффективности производств. Проводятся исследования химии редких, благородных и цветных металлов, разрабатываются технологии новых материалов на их основе, создаются эффективные способы комплексной переработки минерального сырья Кольского полуострова и вторичных ресурсов.

1.5. Полярный геофизический институт (ПГИ КНЦ РАН) основан постановлением Президиума АН СССР от 14 октября 1960 г. для исследования физических процессов в области высоких широт. ПГИ расположен в городах Мурманске и Апатитах (Кольский полуостров). Основные обсерватории ПГИ расположены в Ловозеро (Кольский полуостров) и Баренцбурге (архипелаг Шпицберген), где проводятся регулярные наблюдения за полярными сияниями, космическими лучами и геомагнитными пульсациями с частотным диапазоном 0,001–20 Гц).

Научные интересы института нацелены на исследование актуальных проблем оптики полярных сияний и прецизионные оптические измерения в области высоких широт; изучение современных проблем радиофизики и акустики, в том числе фундаментальных основ радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных явлений; исследование современных проблем физики плазмы, включая физику астрофизической плазмы (солнечный ветер) и низкотемпературной (ионосферной) плазмы; исследование современных проблем ядерной физики, включая астрофизические и космологические аспекты (физика космических лучей); исследование космического пространства, планет, Солнца и солнечно-земных связей.

Научная и прикладная деятельность ПГИ включает в себя разработку и передачу пользователям технических инноваций для высокоширотных гео- и радиофизических наблюдений, мониторинг геомагнитных вариаций в широком частотном диапазоне, мониторинг космических лучей, мониторинг атмосферы Арктики и другие задачи в области физики высоких широт, что обусловлено местонахождением Института. В состав Института также входит мировой центр авроральных данных.

1.6. Институт проблем промышленной экологии Севера (ИППЭС КНЦ РАН) был создан 27 июня 1989 г. Постановлением Президиума Академии наук СССР № 577. Начавшееся в 1930-е гг. энергичное развитие на Кольском полуострове горнодобывающей, металлургической, химической и энергетической отраслей промышленности, оборонного комплекса и сопутствовавший им рост инфраструктуры и урбанизации привели к значительным нагрузкам на природу Крайнего Севера.

В 1989 г. в связи с необходимостью совершенствования экологической концепции природопользования на базе Лаборатории охраны природы был организован первый в стране многопрофильный экологический Институт проблем промышленной экологии Севера. Основателем и первым директором Института стал доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники, профессор Геннадий Валерианович Калабин.

В задачи ИППЭС входит разработка научных основ экологической безопасности и устойчивого природопользования в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ); определение допустимых нагрузок на наземные и водные экосистемы в условиях антропогенного воздействия предприятий горнопромышленного комплекса АЗРФ; развитие и совершенствование методов мониторинга.

1.7. Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина КНЦ РАН был создан в 1986 г. Это решение Академии наук основывалось на постановлении Совета Министров СССР от 14 декабря 1986 г. № 1226 «О комплексном использовании полезных ископаемых Кольского полуострова». В задачи института входили разработка научных основ социально-экономической политики северных и арктических регионов, механизмов активизации ее социальной, инновационной, промышленной и финансовой составляющих; обоснование стратегии развития экономической деятельности в Арктике, в том числе в зоне Северного морского пути, определение условий и механизма согласования оборонной и хозяйственной деятельности в российской Арктике.

В систему институтов КНЦ РАН также входят: Институт информатики и математического моделирования им. В.А. Путилова (создан в соответствии с постановлением Президиума Академии наук СССР от 31 января 1989 г. № 103); Центр физико-технических проблем энергетики Севера КНЦ РАН; Музей-Архив истории изучения и освоения Европейского Севера КНЦ РАН.

1.8. Полярно-альпийский ботанический сад – институт им. Н.А. Аврорина (ПАБСИ КНЦ РАН) является самым северным (67°38' с.ш.) ботаническим садом России и одним из трех ботанических садов мира, расположенных за полярным кругом.

ПАБСИ КНЦ РАН имеет статус института (с 1967 г.), занимает территорию по берегам нижнего течения реки Вудъяврйок. Он является единственным в полярных широтах нашей страны и одним из немногих альпийских (высокогорных) ботанических садов.

Ведущим направлением работ является обогащение растительных ресурсов Крайнего Севера за счет переселения растений из различных физико-географических районов. Массовый интродукционный эксперимент позволил установить основные закономерности переселения растений в Субарктику, разработать основы интродукции растений и зеленого строительства, подобрать богатый ассортимент декоративных растений.

1.9. Мурманский морской биологический институт (ММБИ РАН) – старейшее учреждение Российской академии наук на Севере (рис. 1.7). В 1935 г. с ходатайством об организации биологической станции в Правительство (председателю СНК СССР В.М. Молотову) обратился профессор К.М. Дерюгин. 10 марта 1935 г. Совнарком СССР принял решение (№ 501-50) о создании станции Академии наук СССР в Дальневосточной губе на побережье Баренцева моря. Директором станции был назначен академик С.А. Зернов. В 1958 г. Мурманская биологическая станция Академии наук СССР в пос. Дальние Зеленцы была реорганизована в Мурманский морской биологический институт.



Рис. 1.7. Главный корпус ММБИ в Дальних Зеленцах, построен в 1935 г. (а), вид на здание института (фото из архивов ММБИ) (б)

С 1935 г. Институт проводит комплексные исследования северных морей, последовательно расширяя географию своих работ от Дальнезеленецкой бухты до океанических пространств: от Исландии до моря Лаптевых, в том числе на трассе Севморпуть (рис. 1.8).

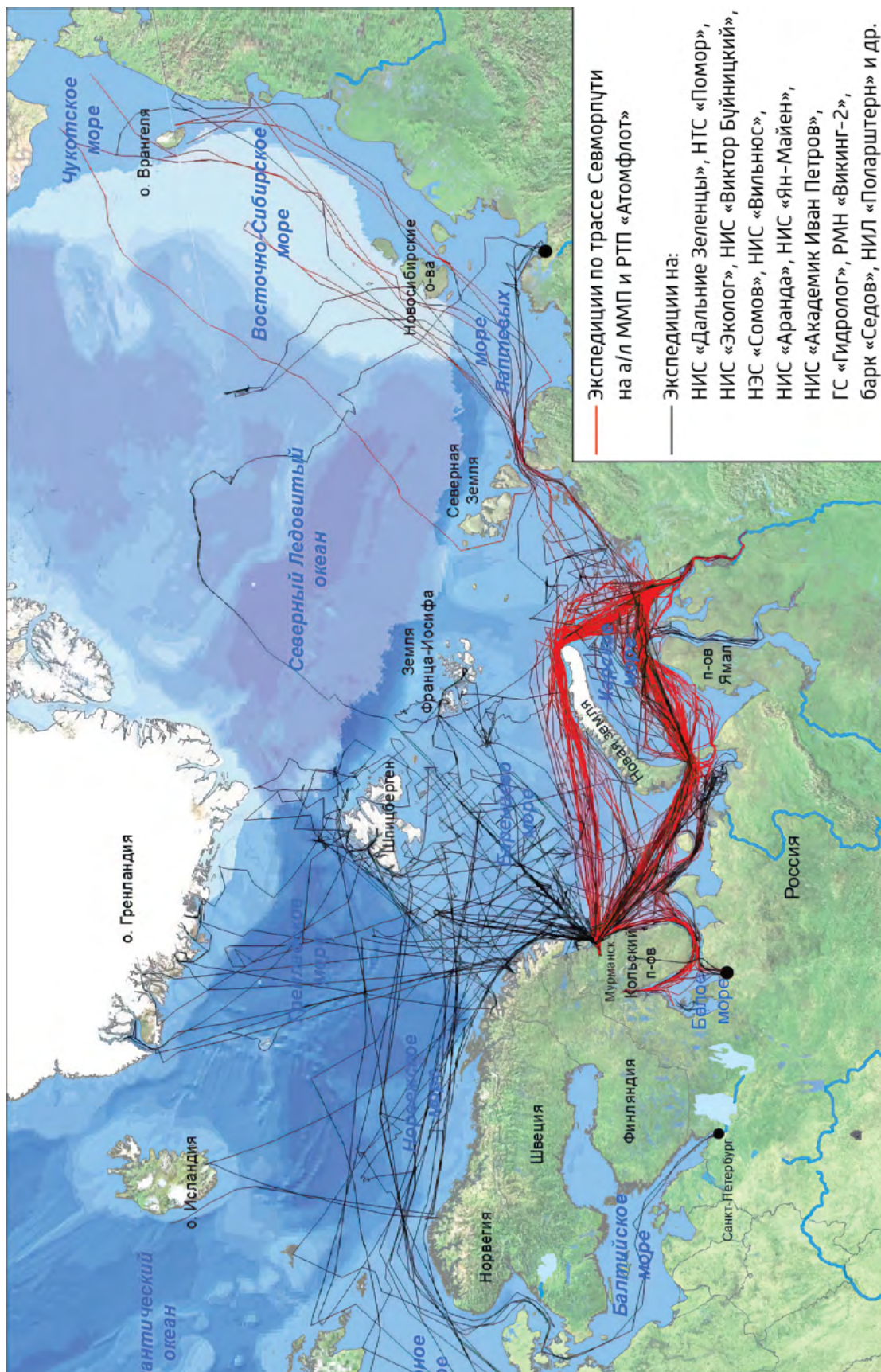


Рис. 1.8. Мониторинг ММБИ экосистем арктических морей (2000–2013 гг.)

В 1980-е гг. в ММБИ, наряду с исследованиями морской арктической флоры и фауны на клеточном, тканевом, организменном и популяционном уровне, начинается процесс внедрения компьютерных технологий в биологические и океанографические работы. Одновременно усиливаются разработки теоретических основ марикультуры, морских технологий рационального природопользования. В середине 1980-х гг. в ММБИ начинается деятельность по новым научным направлениям – орнитологии, радиоэкологии, по адаптации камчатского краба, работы с морскими млекопитающими (в том числе в интересах Северного военно-морского флота).

Основные научные и прикладные направления деятельности ММБИ связаны с решением актуальных проблем климата, морского перигляциала, биопродуктивности, четвертичной и современной геологии, марикультуры, биоресурсов и экологической безопасности. Приоритетными задачами Института являются исследование экосистемных процессов и мониторинг трасс Севморпути, баз атомного флота, шельфовых нефтегазовых месторождений и других районов Арктики, подвергаемых антропогенному воздействию. В ММБИ разрабатываются морские биотехнологии, модели прогнозирования океанологических процессов, идет работа над инженерно-экологическим обоснованием промышленных проектов по освоению морских ресурсов.

Накопленный МБС – ММБИ с 1935 г. опыт по организации комплексных исследований в Арктике послужил аргументом для разработки институтом морских ОВОС при разведке и добыче нефти и газа на арктическом шельфе, открыв широкие возможности сотрудничества с «Газпромом», «Росшельфом», «Севморнефтегазом», нефтяной компанией «Лукойл» и др.

В 1992 г. на базе ММБИ в Мурманске был открыт первый на севере России океанариум – современный научно-познавательный комплекс, одновременно являющийся научно-экспериментальной базой для работы специалистов в области физиологии, этологии и зоопсихологии морских животных.

1.10. Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича ведет свою историю от Плавморнина – Плавучего морского научного института, – декрет об образовании которого подписал 10.03.1921 В.И. Ленин. В разработке декрета принимали участие И.И. Месяцев, Н.Н. Зубов, В.К. Солдатов и др. Вновь созданный институт был призван заниматься комплексными рыбохозяйственными исследованиями северных морей, содействовать развитию производительных сил Советской России в самых отдаленных районах. Главная задача ПИНРО – разработки биологических основ рационального рыболовства в Северной Атлантике, морях Северо-Европейского бассейна и западного сектора российской Арктики. Институт проводит рыбохозяйственные исследования во внутренних водах, мониторинг антропогенного загрязнения морских экосистем, разрабатывает и совершенствует технические средства и методы в рыбохозяйственных исследованиях.

В послевоенный период начались масштабные исследования в Норвежском море, в результате чего освоен круглогодичный промысел атлантической скандинавской сельди. В середине 1950-х гг. ПИНРО приступил к исследованиям в Северо-Западной Атлантике. В последующие десятилетия институт значительно расширил акваторию исследований, начав освоение промысловых биологических ресурсов Центральной и Южной Атлантики. В 1990-е гг. институт сосредоточил свои исследования на Северо-Восточной Атлантике.

Новые знания были необходимы для подводного плавания, поиска рыбы и тралового лова в океане, для ориентации при бурении и сейсмопрофилировании шельфа. ПИНРО принадлежат многие приоритеты в отечественной рыбохозяйственной нау-

ке в использовании технических средств. Так, например, ученые института первые в стране применили подводные аппараты, гидроакустическую технику, создали самолет-лабораторию и пр.

Сейчас активно проводятся исследования камчатского краба в Баренцевом море, в котором также по инициативе ПИНРО освоен промысел исландского гребешка [Золотарев, 2016].

Институт обладает уникальной базой биологических и океанологических данных.

1.11. Мурманское высшее инженерное морское училище им. Ленинского комсомола (МВИМУ). На основании распоряжения Совета Министров СССР от 11 января 1950 г. впервые в СССР и в мире в г. Мурманске было создано высшее мореходное училище (МВМУ) в системе рыбной промышленности страны. Это высшее учебное заведение специализировалось на подготовке кадров для работы на флотах рыбной промышленности. Эти специалисты сыграли важную роль в развитии рыбной промышленности страны, в освоении новых районов Мирового океана, в совершенствовании промысловой и технической эксплуатации флотов рыбной промышленности, в решении других проблем рыбного хозяйства и др. отраслей хозяйства. Немало выпускников работало и работает в государственных и общественных организациях.

Город Мурманск был выбран для организации высшего инженерного училища по целому ряду причин:

– это незамерзающий порт, дающий возможность круглогодичного выхода во все океаны и моря планеты;

– порт находится на берегу залива одного из крупнейших морей земли – Баренцева моря, которое располагает богатыми рыбными банками вблизи побережья Кольского полуострова;

– здесь началось создание рыбной промышленности страны и был создан крупнейший центр рыбной индустрии на Севере. Здесь трудились опытные кадры промысловиков и работников береговых предприятий;

– в послевоенные годы развернулось техническое перевооружение флота рыбной промышленности. Флот непрерывно пополнялся новейшими добывающими, транспортными и другими типами судов. Эксплуатация новой техники потребовала подготовки высококвалифицированных кадров морских инженеров для работы на судах непосредственно в море.

В последние годы в Российской Федерации только некоторые институты РАН и отдельные ведомства, имеющие морские научные суда, продолжают совершать комплексные морские экспедиции – это ВНИИ Океанология, ГНЦ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Мурманский морской биологический институт РАН, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Южный научный центр РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова и др. (рис. 1.9).

Усилия учреждений РАН, Росгидромета, Минприроды, Росрыболовства и Минобрнауки России часто разобщены, многие работы дублируются. Так, полезная и своевременная инициатива Северного федерального университета в Архангельске по организации исследований в рамках Плавающего университета ЮНЕСКО – МГУ «Обучение-через-исследования» Баренцева моря на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов» пока реализуется без учета векового опыта наблюдений

на разрезе по Кольскому меридиану и анализа этих данных. Нет обмена данными, координации научных программ, представительных научных конференций.

Сегодня в Арктике осуществляется добыча биологических и углеводородных ресурсов, растет транспортировка грузов по Северному морскому пути, реализуются проекты по разведке и добыче минерального сырья. В становление индустрии Заполярья, в ее научно-практическое обоснование огромный вклад внесли ученые и инженеры Мурманска и Апатитов.

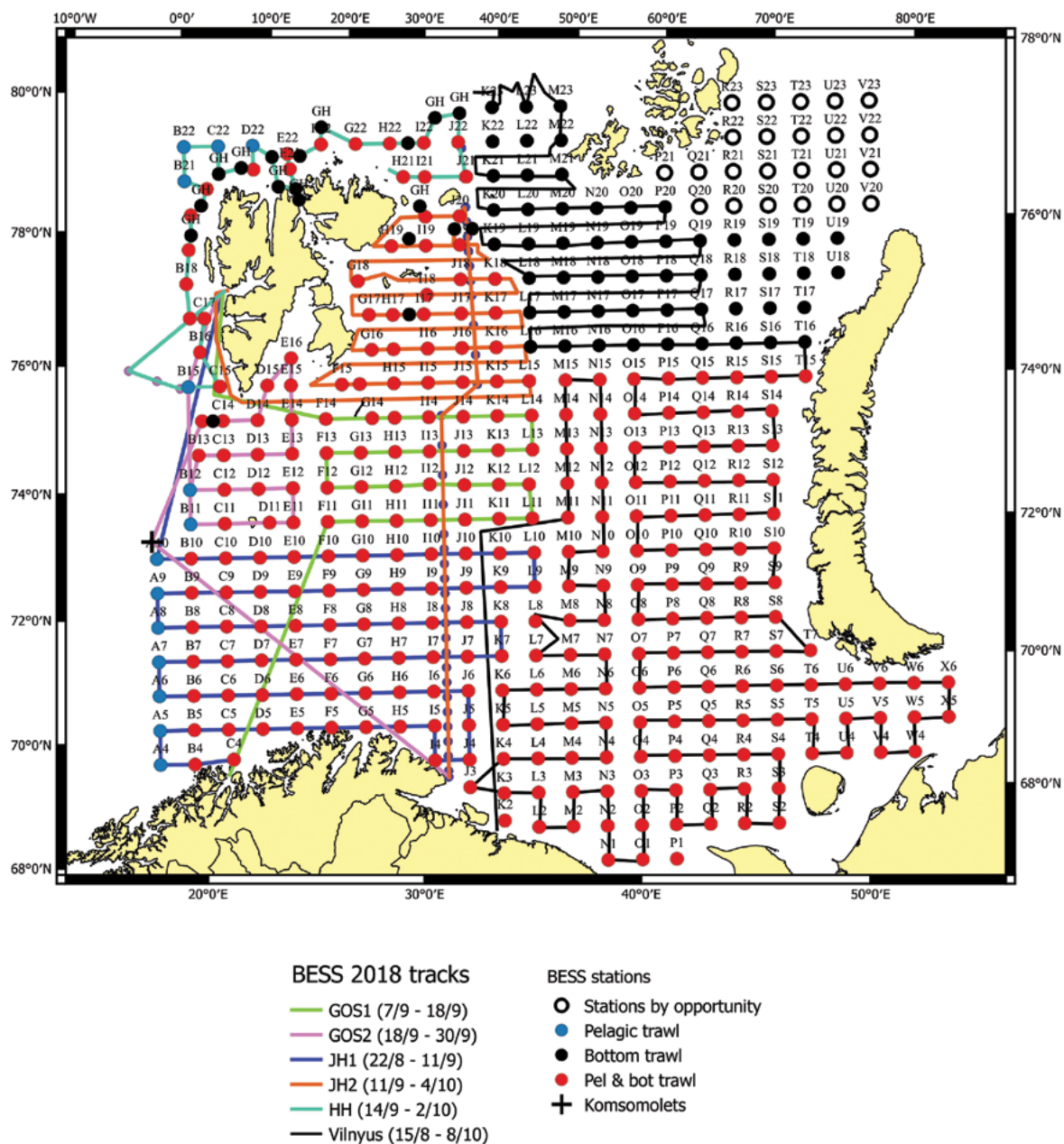
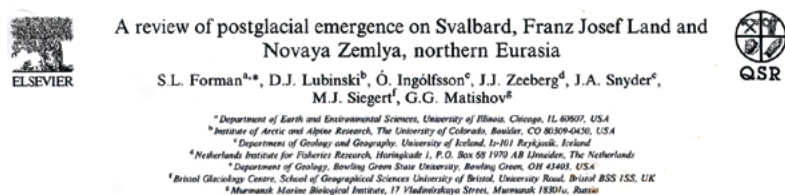


Рис. 1.9. Схема маршрутов судов при проведении съемки (bess) в Баренцевом море, 2018 г.

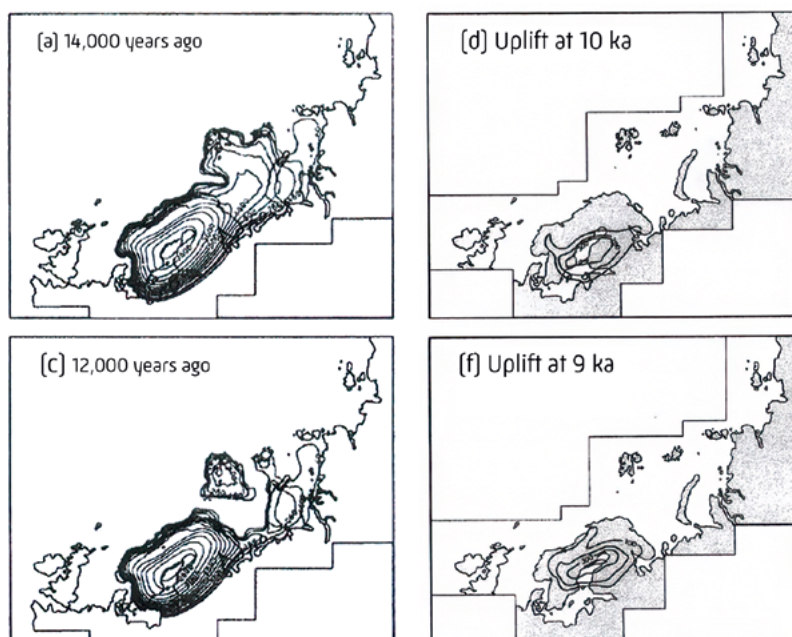
Глава 2 КЛИМАТОЛОГИЯ АРКТИКИ

2.1. Общие природные тенденции

В мировой науке климатические процессы в Арктике рассматриваются как индикатор глобальных изменений. Понимание ныне происходящих процессов невозможно без привлечения методов палеоокеанологии, реконструкций палеоклимата, материкового оледенения, речного и ледникового стока в океан на основе геологических и исторических баз данных, включая инструментальные наблюдения с начала XX в.



Rate of bedrock uplift at [a,b] 11,000 cal yr ago, [c,d] 10,000 yr ago and [e,f] 9000 yr ago. Note that [a], [c] and [e] show contours in 20 m / 1000 yr up to 100 m / 1000 yr and [b], [d] and [f] display contours at 100 m / 1000 yr-intervals [Siebert and Dowdeswell, 2002].



Ice sheet thickness at [a] 14,000 cal. yr ago, [b] 13,000 cal. yr ago, [c] 12,000 cal. yr ago, [d] 12,000 cal. yr ago. Contours are in meters [Siebert and Dowdeswell, 2002].



Рис. 2.1. Публикации, посвященные эпохе оледенения

Климат изменчив на протяжении всей геологической истории. В Северном полушарии 17–20 тыс. лет назад произошло материковое оледенение. Уровень океана опускался на 120 м, и шельфы осушились. Во время этого оледенения объем воды в океанах уменьшился на 2,5 % в связи с тем, что воды оказались скованными мощными покровными ледниками суши (рис. 2.1). В результате на дневную поверхность выступил весь печерский и азовский шельф. Явления и процессы, протекавшие на континентальном

шельфе за пределами покровных оледенений, но под их прямым воздействием, было предложено называть морским перигляциалом [Матишов, 1982, 1984, 1987; Матишов и др., 2017]. Моделей оледенения много, но их суть одна – климат цикличен, глобальные потепления и похолодания повторяются.

Ледники Северной Америки и Европы начали распадаться 14–15 тыс. лет назад. Для того чтобы растаял Скандинавский ледник, понадобилось примерно 5 тыс. лет. Часть стока талых вод поступала по Волге, Дону, Днепру в Каспийский и Азово-Черноморский бассейны. В условиях наземного перигляциала на юге России и в Китае формировались знаменитые лёссовые суглинки (рис. 2.2).

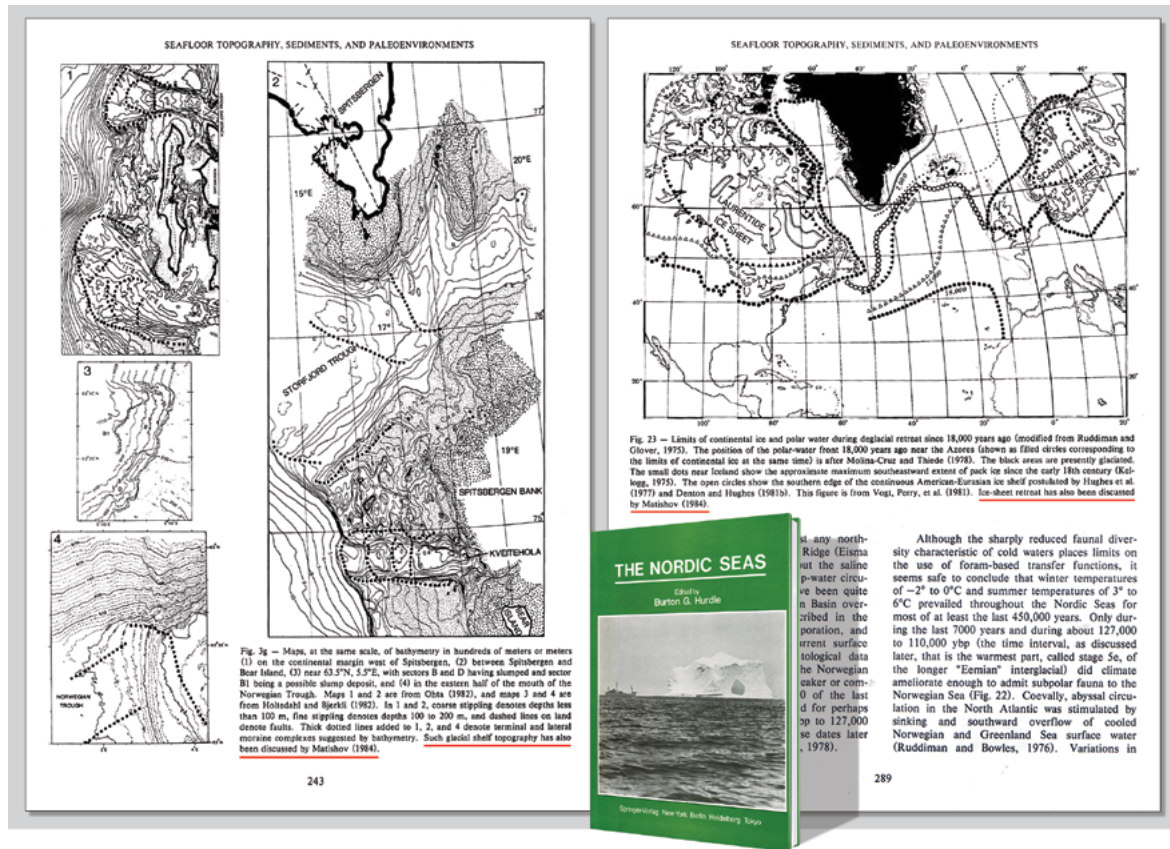


Рис. 2.2. Примеры цитирования результатов научных исследований академика Г.Г. Матишова в иностранных публикациях и монографиях [Burton G. Hurdle, 1986]

Климат морей России и динамика берегов – важное направление в понимании глобальной природной изменчивости. Бурение на косе Долгой и других азовских косах, абсолютные датировки раковин дали возможность по-новому охарактеризовать историю подъема уровня (на 120 м) Мирового океана, в том числе арктических морей, в эпоху дегляциации.

Масштаб сил, создавших речные системы, затопленные при повышении уровня океана, сопоставим с речными процессами, которые создали долины Амазонки, Ганга, Инда, Хуанхэ. При таянии 2–4-километровых ледниковых щитов Скандинавии, Исландии, Гренландии, Канады под водой зарождались гигантские мутьевые потоки. Они густой сетью растекались по материковому склону на абиссальные равнины (рис. 2.3).

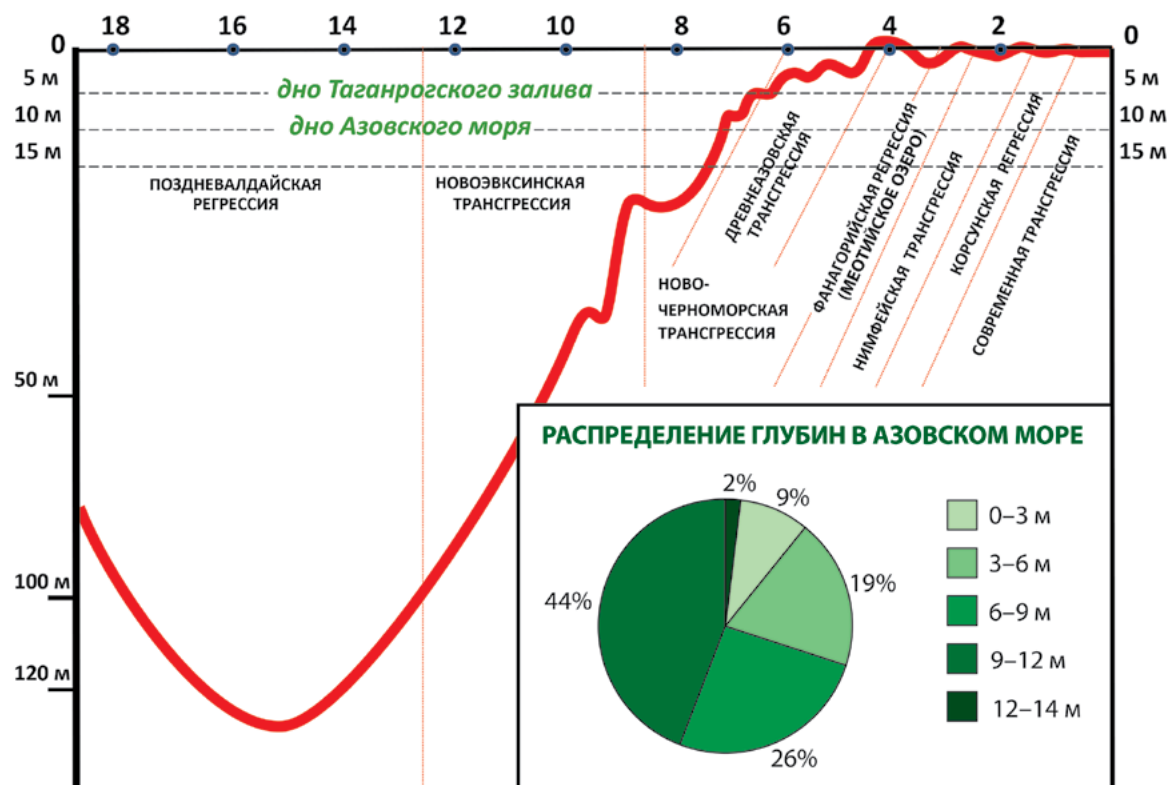


Рис. 2.3. Подъем уровня Мирового океана на 120 м в эпоху дегляциации (15–5 тыс. лет назад)

Для Арктики характерна внутривековая цикличность климата с периодами от 11 до 60 лет. Для Баренцева моря показательны случаи замерзания Кольского залива (четыре раза), которое в XX в. наблюдалось с интервалами в 30 лет, при этом отмечаются значительные межгодовые вариации ледовитости.

Закономерности динамики климата. Для каждого региона или водоема важно объективно разместить по ранжиру основные силы воздействия на экосистемы и биоресурсы – от климата и добычи рыбы до аквакультуры и социоэкономики. В Арктике определяющим фактором развития морских экосистем является климат. Закономерности динамики климата и ледяного покрова всегда были в фокусе полярных исследований. Впечатляет плеяда выдающихся ученых, которые внесли свой вклад в теорию и практику изучения климата Арктики: Ф. Нансен, Р. Амундсен, Э. Норденшельд, Д. Де-Лонг, А.В. Колчак, С.О. Макаров, А.И. Воейков, Г.Я. Седов, Д.Г. Панов, Н.М. Книпович, В.Ю. Визе, Н.Н. Зубов (рис. 2.4). Бесценные труды ещё большего числа первопроходцев стали стираться из памяти даже у специалистов. Вспомним, что в XVII–XVIII вв. на английских картах Баренцево море называлось Московским. В начале XIX в. голландцы благодаря съемкам у Новой Земли заложили основу будущего понимания колебаний климата в Арктике.

В последние годы большое внимание уделяется сокращению площади морских льдов в Арктике, особенно в летний период (рис. 2.5, 2.6). Между тем морской лед, один из ключевых индикаторов климата в Арктике, изучен слабо. Авиаразведка льда давно не проводится, спутниковое профилирование дает приблизительную оценку толщины и площади льда. Существует много алгоритмов расчета площади морского льда, содержащих большие погрешности. Ошибка достигает 10 %, или для Арктического бассейна в целом около 1 млн км². По мнению специалистов Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ), ошибки имеют место, когда в полярное лето на поверхности льда образуются целые моря талой воды.

Слой воды в 1–2 м экранирует собственное излучение льда, в такой ситуации ледовые наблюдения в инфракрасном диапазоне невозможны.

При аномально быстром разрушении ледников суши возрастает опасность столкновения судов с айсбергами и крупными торосами. Для обеспечения безопасности мореплавания и шельфовых платформ необходимо отслеживать и моделировать дрейф крупных айсбергов.



Рис. 2.4. Полярные исследователи Арктики XIX в. – первой половины XX в. Современные экспедиции в Арктике XXI в.

№	ГОДЫ	МИНИМАЛЬНАЯ ПРОТЯЖЕННОСТЬ ЛЬДА		ДАТА
		МЛН КВ. КМ	МЛН КВ. МИЛЬ	
1	2012	3,39	1,31	17 сентября
2	2016	4,14	1,60	10 сентября
3	2007	4,15	1,60	18 сентября
4	2011	4,34	1,67	11 сентября
5	2015	4,43	1,71	9 сентября
6	2008	4,59	1,77	19 сентября
7	2010	4,62	1,78	21 сентября
8	2017	4,64	1,79	13 сентября
9	2014	5,03	1,94	17 сентября
10	2013	5,05	1,94	13 сентября

Рис. 2.5. Рейтинг показателей минимальной площади льда в Арктике, 1979–2017 гг. (по материалам Национального центра данных по снегу и льду, (NSIDC), США)

Исследование Арктической зоны Заполярья России

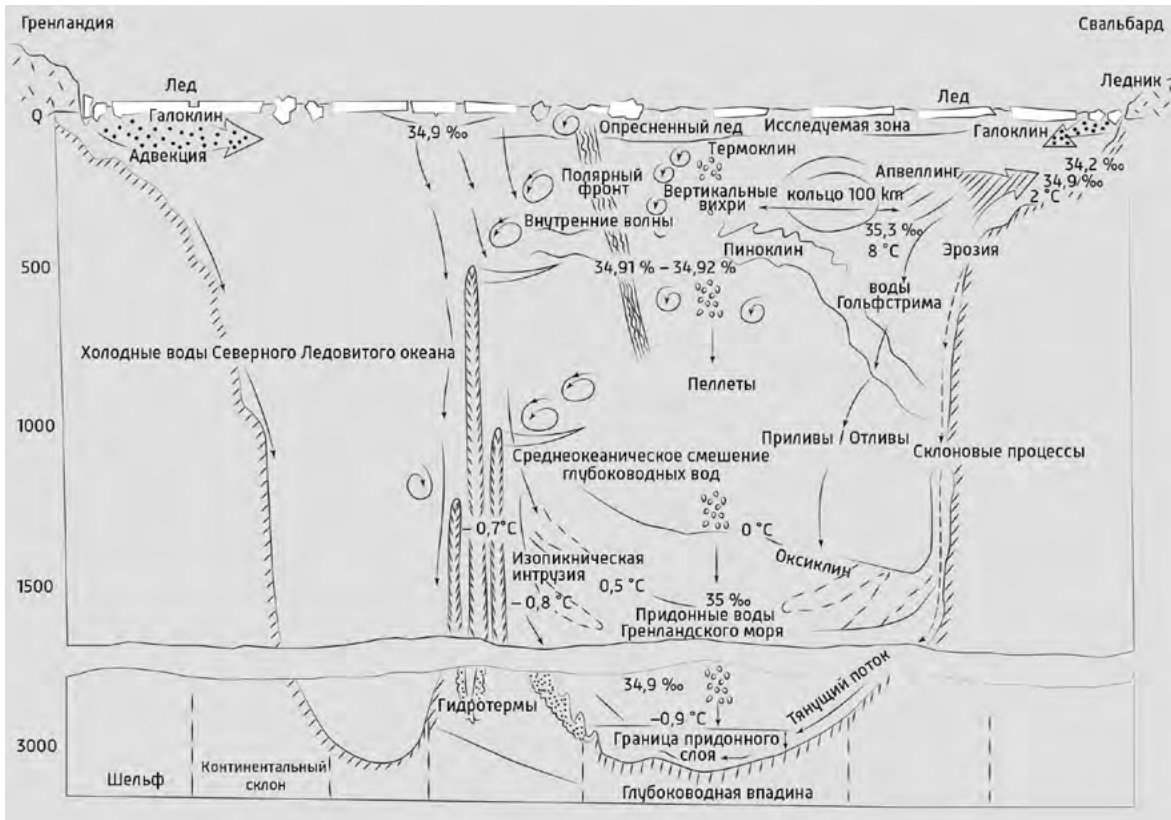


Рис. 2.6. Процессы и явления в океане



Экологическая схема Баренцева моря [Матишов, 1982], оригинальная версия 1982 г.

Условные обозначения: 1 – белый медведь; 2 – морские млекопитающие; 3 – птицы; 4 – зубатка; 5 – камбала; 6 – палтус; 7 – треска; 8 – окунь; 9 – лосось; 10 – мойва; 11 – креветка; 12 – гребешок; 13 – полихеты; 14 – морские звезды и офиуры; 15, 16 – диатомовые и жгутиковые водоросли; 17 – морские ежи; 18 – крылоногие моллюски; 19 – каланус и другие копеподы; 20 – айсберги; 21 – морской лед; 22 – придонные арктические воды; 23 – прибрежные воды; 24 – атлантические воды; 25 – арктические воды; 26 – баренцевоморские воды и температура; 27 – соленность

Рис. 2.7. Гляциальные желоба на экологической схеме Баренцева моря

Всю гамму гидрофизических и гидроакустических явлений, сложность стратификации океаносферы предстоит учитывать в расчетах оперативной океанологии. На основе STD-измерений открыто большое количество многообразных разномасштабных гидрофизических и гидрохимических структур. Они развиты от морской поверхности по всей толще океанских вод (рис. 2.7).

Реальные природные явления, безусловно, должны быть систематизированы и отображены в модели (рис. 2.8). Однако арктический шельф имеет сложную геоморфологическую структуру. Так, в арктических морях шельф подвергался воздействию материковых ледников; оказался расчленен желобами, внешне сходными с долинами в предгорьях Северного Кавказа; имеет скульптурные формы рельефа. Смогут ли аэрокосмические силы обнаружить в таких подводных шхерах неприятеля и какие нужны для этого сонары? Это большой вопрос. Концепция наблюдений в Арктике должна реализовываться посредством высокоразвитых моделей (численных и статистических) и наиболее достоверных натурных наблюдений, обеспечивающих адекватный анализ разного масштаба. Поэтому Мировой океан в расчетах следует рассматривать не только как подстилающую поверхность, но и как область конфликта интересов.

2.2. Информационные технологии для реконструкции климата и прогноза изменения окружающей среды

Сегодня предсказать изменчивость окружающей среды нереально. Но экономике нужны ориентиры и возможность опираться на разумные климатические шаблоны, временные циклы. Следовательно, для реконструкции климата необходимо более качественное осмысление реальной базы данных. Начиная с 1989 г. такую ревизию и учет за столетний период фактических гидрометеопоказателей выполнили А. Зуев, С.В. Бердников и П.Р. Макаревич со своими коллегами совместно с американскими учеными из NOAA (NOAA) (С. Левитус, И. Смоляр). По итогам этой работы в 2015 г. был издан климатический атлас морей России (см. рис. 2.8).



Рис. 2.8. Климатические атласы, содержащие всемирную базу данных по Мировому океану. Подготовлены NOAA / NOAA (США), ММБИ КНЦ РАН и ЮНЦ РАН

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Прогнозы. Качество прогнозов и моделей прямо зависит от трех составляющих: 1) количества реальных природных явлений, которые учитывает модель; 2) корректности математического описания этих процессов; 3) точности входных данных (рис. 2.9). А фундаментом оперативной океанологии должен быть анализ базы данных за 50–100



и более лет. Завершаться работа должна независимой оценкой оправдаваемости ранее сделанных прогнозов. Этот метод применялся, в частности, в советской рыбохозяйственной науке. В данный момент требуется более качественное осмысление, экспертная оценка всего накопленного материала, при котором модели должны быть только инструментом. Спутниковые данные нуждаются в подспутниковых наблюдениях. Модели также должны составляться по натурным данным.

Рис. 2.9. Обязательные составляющие качественных моделей и прогнозов

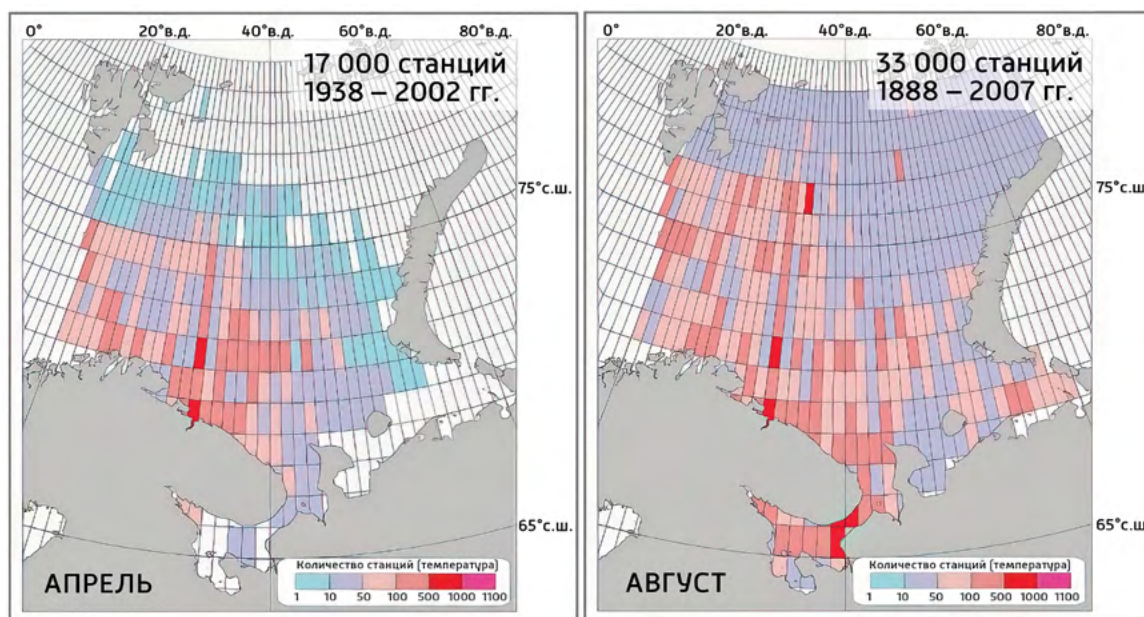


Рис. 2.10. Наблюдения за температурой воды в Баренцевом море

Климатический мониторинг Арктики ведется уже длительное время, но в исследованиях этого региона остается немало «белых пятен». Так, обращает на себя внимание крайне редкая сеть метеостанций в Арктике за полярным кругом, поэтому термохалинный режим и гидробиология Баренцева моря как по квадратам акватории, так и по месяцам, изучены фрагментарно, а на севере – очень слабо (рис. 2.10). Высокая Арктика и Полярный бассейн исследованы ещё хуже.

Среди всех исследованных морей на начало XXI в. самым изученным является Баренцево море – это более четверти миллиона станций (рис. 2.11). Общепризнанным показателем изменений климатического режима является вековой ряд наблюдений за температурой воды в разрезе «Кольский меридиан» Баренцева моря (по 33° 30′ в.д.) (рис. 2.12).

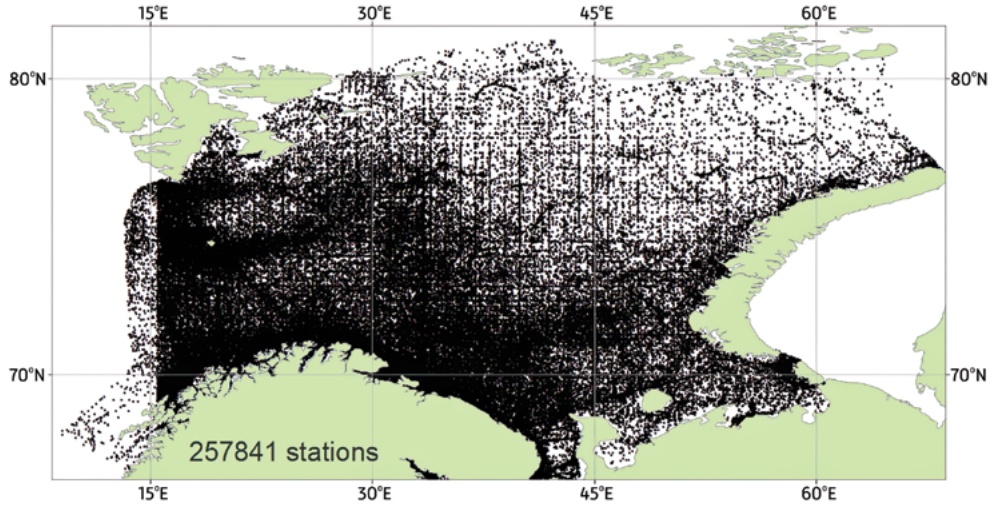


Рис. 2.11. Геохимическая база данных Баренцева моря (НОАА, ММБИ КНЦ РАН, ЮНЦ РАН)

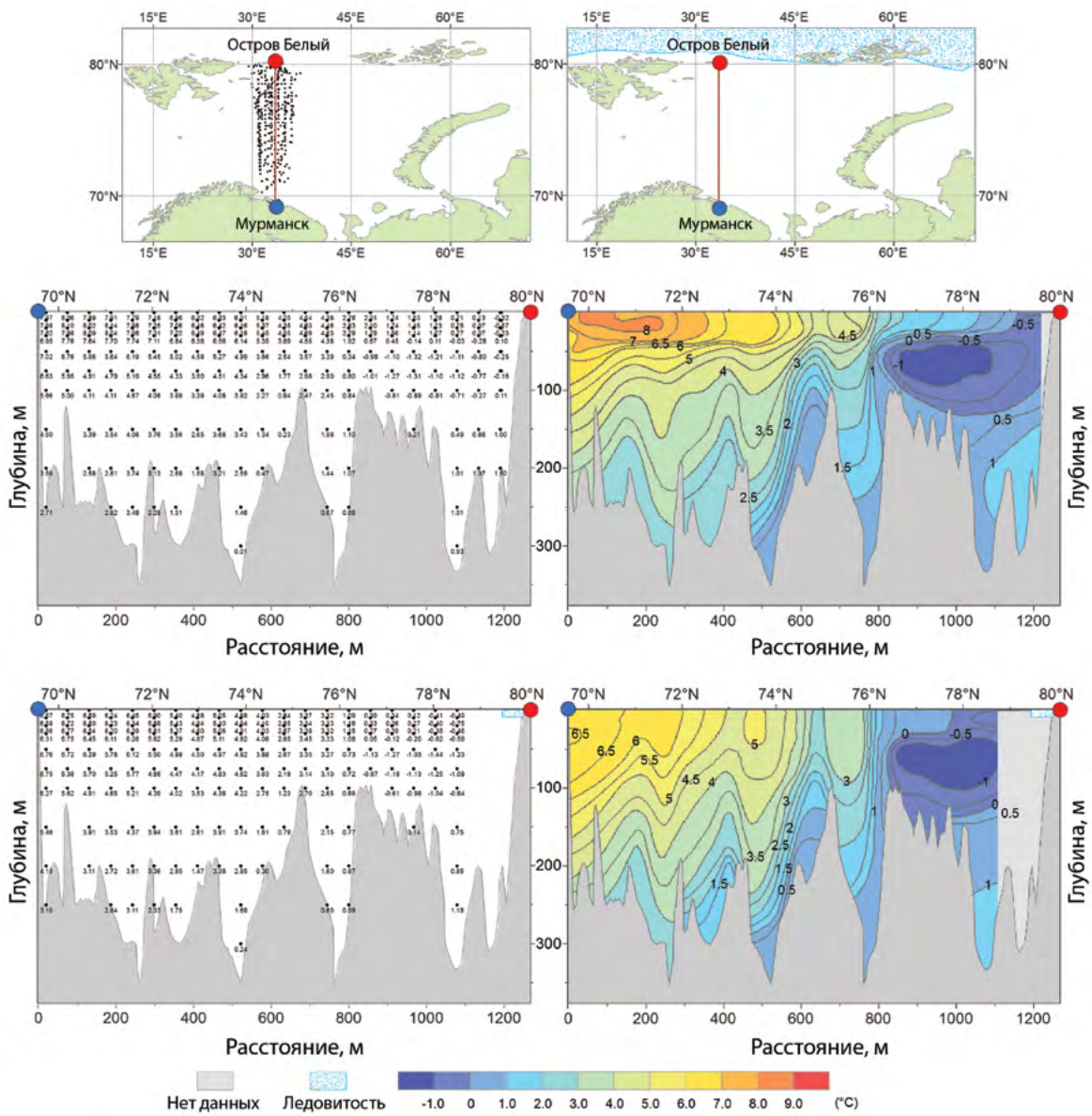


Рис. 2.12. Среднегодовое распределение температуры в разрезе «Кольский меридиан»

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Для понимания климата в XXI в. необходимо возродить сезонные съемки в Северной Атлантике, Баренцевом и Азовском морях, на Кольском и Дальневосточном вековых разрезах. Наладить наблюдения с применением буйковых станций и «отрывных» поплавковых CTD-зондов.

В Мировом океане, на первый взгляд, заметна частота международных буйев, например, системы ARGO (рис. 2.13). Но в каждом океане около 25–30 % гидробуйев не работает, в Северном Ледовитом океане действует один буй на 210 тыс. км². Это надо учитывать при доверии к качеству модельных прогнозов.

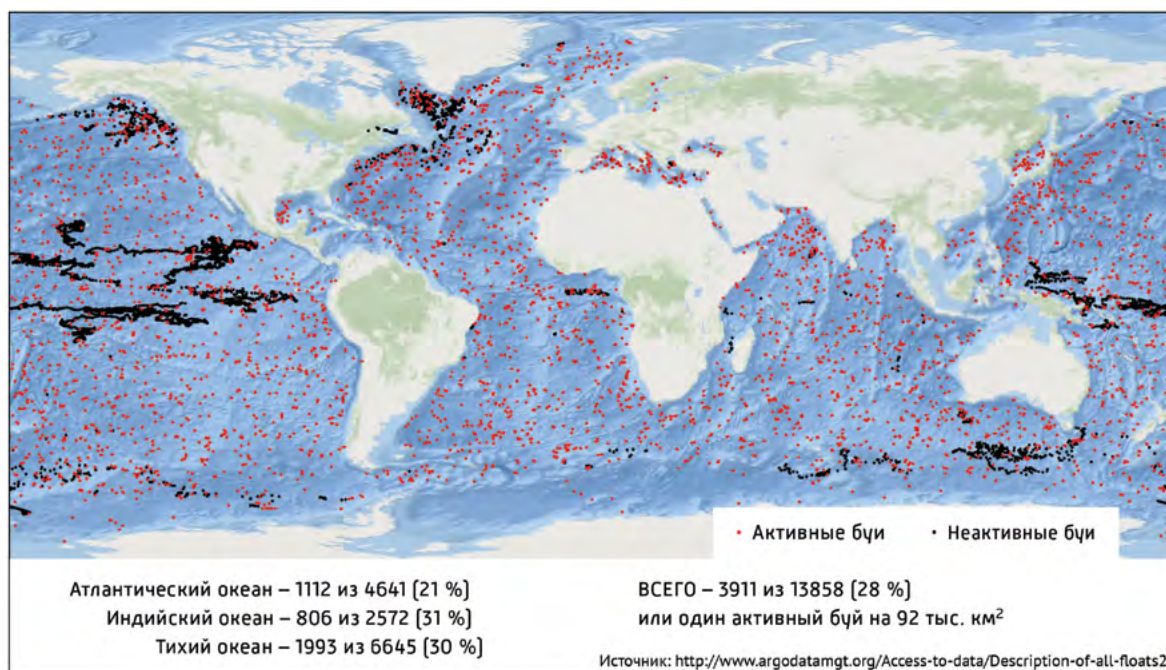


Рис. 2.13. Активность буйев системы «ARGO» (по состоянию на декабрь 2017 г.)

К концу XIX века в морях Арктики была развернута сеть метеорологических станций и организованы регулярные океанографические и ледовые съемки. По этим данным сформированы информационные базы, позволяющие делать обоснованные выводы о тенденциях последнего столетия. Среди климатических индикаторов в практическом отношении важны изменения температуры воды и характеристик ледяного покрова. От них зависят состояние атмосферы, биоресурсы и условия рыболовства, а также возможности освоения нефтегазовых ресурсов шельфа. Ледовая обстановка всецело определяет условия навигации по Северному морскому пути (СМП).

К сожалению, после распада СССР сеть стационарных и передвижных постов наблюдений за морской и метеорологической обстановкой в стране резко сократилась, особенно за полярным кругом. Масштабная авиаразведка ледовой обстановки не проводилась более 20 лет, хотя во времена Советского Союза ею были охвачены арктические площади в десятки тысяч квадратных километров. В таких условиях сделать качественный среднесрочный и долгосрочный прогнозы изменений окружающей среды, особенно опасных природных явлений, очень трудно.

Кроме того, в многочисленных математических моделях зачастую недостаточно учитывается влияние морского льда на климат. Современные технологии дистанционного зондирования Земли с использованием спутников позволяют дать только приближенную оценку изменений в ледовом покрове.

Анализ таких общих тенденций, как повышение температуры воды в морях Западной Арктики, сокращение площади и толщины ледяного покрова, позволяет сделать вывод, что современная волна потепления сопоставима по величине и продолжительности с показателями «потепления Арктики», которые наблюдались в первой половине XX в.

В последние годы наметился возврат к многолетним нормам, о чем свидетельствуют, например, данные о распространении льдов в 2012, 2013 гг., августе 2022 г. Так, если с начала 2000-х гг. наблюдалось сокращение ледяного покрова арктических морей в навигационный период, то в 2013 г. эта тенденция изменилась. Летом 2011 и 2012 гг. СМП был длительное время полностью свободен ото льда, а в сентябре 2013 г. и августе 2022 г. ледовый барьер в проливе Вилькицкого, шириной почти в 100 км, стал преградой для судоходства.



Рис. 2.14. Судоходство по открытой воде и во льдах на трассе СМП

В середине сентября 2013 г. из-за сплоченных льдов отряд кораблей Северного флота проходил пролив Вилькицкого в сопровождении четырех атомных ледоколов, обратно в Североморск в конце месяца их подстраховывали два ледокола (рис. 2.14). Летом 2013 г. отмечались случаи столкновения судов с айсбергами и крупными торосами. В результате вмятины ниже ватерлинии получили ледокол «50 лет Победы», танкер «Нордвик» и другие суда.

По стратегическим критериям российские арктические моря можно разделить на две группы с минимальными статистическими признаками различий внутри каждой из них:

1. Моря Западной Арктики – Баренцево и Карское.
2. Восточно-арктические моря – Лаптевых и Восточно-Сибирское.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

По данным гидрологических исследований атлантические воды в море Лаптевых распространяются лишь в глубоководной части как глубинные и очень слабо воздействуют на шельфовую часть моря. В Восточно-Сибирском море их прямое проникновение очень ограничено. Вывод подтверждается также результатами статистического анализа распределения природных радионуклидов в этих морях [Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. и др., 2004; 2009].

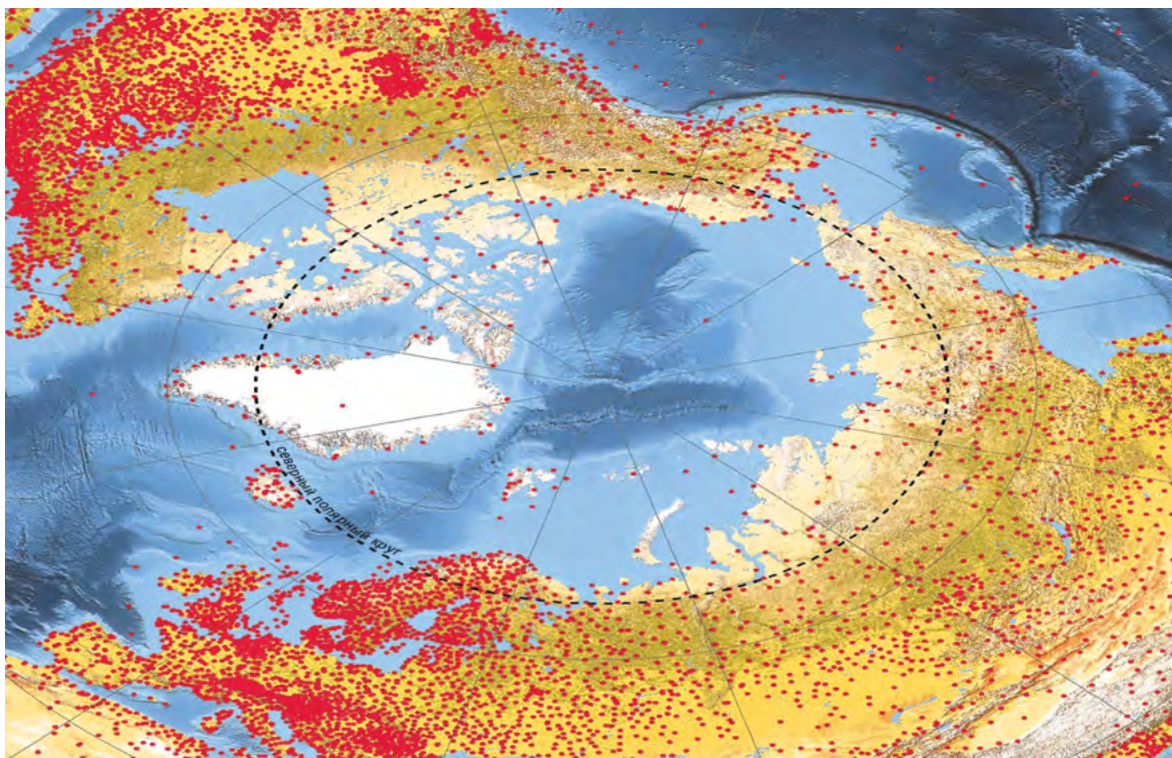


Рис. 2.15. Сеть метеостанций в Северном полушарии

Сегодня природные процессы в Северном Ледовитом океане можно изучать только с атомных ледоколов. Авиаразведка льда практически не делается. Редкое спутниковое профилирование дает грубую оценку толщины и площади льда. Для исследований чаще использовали канадские и норвежские спутники. Если еще учесть крайне малую сеть метеостанций за полярным кругом, то все это в совокупности ведет к преобладанию упрощенных теоретических расчетов (рис. 2.15).

В исследованиях климата и ледового режима Арктики ведущая роль принадлежит профильным институтам Росгидромета – Арктическому и антарктическому НИИ, Гидрометцентру РФ, Главной геофизической обсерватории (меньше заметен вклад Государственного океанографического института, который когда-то был лидером в изучении Баренцева и Белого морей). Академическая наука на этом направлении представлена тематическими работами Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (преимущественно на Белом море и на востоке Карского моря) и океанологической составляющей исследований ММБИ, отраслевая область изучения принадлежит Полярному филиалу ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). Однако координация работ и обмен океанологическими и биологическими данными часто затруднены.

2.3. Арктические экспедиции и базы данных – фундамент прогнозов и моделей

Фундаментом любых климатических моделей и прогнозов для Арктики должны служить базы многолетних данных, сформированные по результатам стационарного и экспедиционного мониторинга. Большое значение для развития и преемственности исследований имеет местоположение ММБИ, всей инфраструктуры экосистемного мониторинга. Академический поселок Дальние Зеленцы в 1935 г. разместился в зоне арктической тундры на побережье Баренцева моря в незамерзающей губе Зеленецкой почти на 70° с.ш. в 200 км к северо-востоку от Мурманска. Теперь в этом поселке работает сезонная биостанция, где проводятся непрерывные наблюдения за состоянием прибрежной экосистемы, ставятся полевые эксперименты, организуется учебная практика. Такое географическое положение позволяет специалистам института более эффективно изучать специфику арктической погоды и климата, биоокеанографические и экосистемные закономерности. Ежедневные наблюдения в губах Зеленецкой и Ярнышной, а также в прилегающей заполярной тундре дополняют информацию из морских экспедиций на НИС «Дальние Зеленцы», с атомных ледоколов и других судов ледоколах и других судах. Важные океанографические и биологические данные ММБИ получал попутно на атомных ледоколах Атомфлота (рис. 2.16).



Рис. 2.16. Экспедиции ММБИ по трассе Севморпути

В практическом арсенале ММБИ присутствуют исследования стандартных разрезов (в том числе важнейший для полярной океанологии вековой разрез «Кольский меридиан»), суточные данные гидробиологических и океанографических станций, тотальные бентосные съемки, сезонные рейсы на шельфе и вдоль кромки льда. В рейсах, наряду со стандартным океанографическим и гидробиологическим оборудованием, применяются отрывные зонды и буи. Однако ни спутники, ни прогностические модели не заменят уникальную контактную информацию о жизни во льдах в условиях полярной ночи (рис. 2.17, 2.18, 2.19).



Рис. 2.17. Отбор проб макрозообентоса



Рис. 2.18. Лов зоопланктона.
Отбор проб бактерио-, вирио- и
фитопланктона



Рис. 2.19. Океанографические работы ММБИ на акватории битого и блинчатого льда

На сегодняшний день российская группировка спутников метеорологического и природно-ресурсного назначения включает в себя несколько космических аппаратов, обеспечивающих съемку подстилающей поверхности с различным пространственным разрешением: геостационарный спутник «Электро-Л» № 2; полярно-орбитальный спутник «Метеор-М» № 2; спутник «Ресурс-П» № 1; 6 спутников «Канопус-В». Оператором всех отечественных ИСЗ является НИС «Планета», при-

ем информации ведется в специализированных центрах Росгидромета. Данные спутника «Метеор-М» № 2 могут приниматься на автономных приемных станциях. Однако в условиях Арктики (длительная полярная ночь, высокий процент всесезонной облачности) обеспечить ежесуточный мониторинг арктических районов с необходимым пространственным разрешением можно только с помощью РЛ-спутников. Спутники могут вести непрерывный мониторинг CO_2 , озона и аэрозолей хлорофилла, но не могут отслеживать сотни других важных соединений и измерять потоки вещества и энергии [Матишов, 2018].

Например, зимой в Арктике только с атомных ледоколов и с помощью спутниковых меток можно получить объективные сведения о морской среде и льдах, о видовом составе птиц, тюленей, китов. В каждой экспедиции ведется сбор информации о 10–20 компонентах больших морских экосистем, а повторность наблюдений позволяет оценивать состояние экосистем в аномальных условиях (табл. 1).

За последние десятилетия во многом изменились технологии сбора и анализа мониторинговых данных. Сократился объем глубоководных океанологических наблюдений, по которым оценивается не только состояние морской среды, но и реакция морских экосистем на климатические воздействия. Почти прекратились попутные судовые наблюдения, которые длительное время были главным источником информации о гидрометеорологических параметрах приземного слоя атмосферы и поверхностного слоя моря. Состояние ледяного покрова на больших пространствах оценивается почти исключительно по спутниковым наблюдениям, которые не всегда достаточно подробны, особенно в прибрежных районах. Интерпретация мониторинговых данных и организация мониторинга во многих отношениях отстают от развития океанологической техники. Такие средства наблюдений, как дрейфующие и заякоренные океанологические буи, отрывные гидрозонды, используются только в опытном порядке и не включены в схемы наблюдений, регламентированных для арктических морей. Поэтому наиболее актуальной задачей климатического мониторинга в Арктике представляется создание информационной системы, которая должна интегрировать данные дистанционного зондирования, специализированных и попутных судовых наблюдений, береговых станций и океанологических буев.

Табл. 1. Наблюдение мелкомасштабной топографии поверхности океана при помощи космических аппаратов

Период эксплуатации		Разрешение	Атмосфера	Океан	Земля	Быстродействие	Тип орбиты
оглянь	пэном						
Спутник, программа: Арктика-М № 1 / Арктика-М № 2							
Компания: Роскосмос, Россия							
Сентябрь 2021 г. / ?		1–4 км / н/д	Облака / н/д	Подстилающая земная поверхность / н/д			Высокоэллиптическая орбита типа «Молния». Орбита / н/д
Спутник, программа: Arctic Weather Satellite/ Программа «Метеорологический спутник в Арктике» (группировка из 16 спутников)							
Компания: Европейское космическое агентство (ESA), Европа							
2024 г. (планируемое)			Температура и влажность в любой точке Земли			Очень краткосрочное прогнозирование погоды	
Спутник, программа: CryoSat-2/ «Криосат-2»							
Компания: Европейское космическое агентство (ESA), Европа https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/FutureEO/CryoSat							
8 апреля 2010 г.	Настоящее время		Толщина льда				Геоцентрическая орбита, покрытие территории Арктики до 88°N

Продолжение таблицы 1

Спутник, программа: RADARSAT-2/ «Радарсат-2 (RADARSAR-2)» (RADARSAT programme/ Программа «Радарсат (RADARSAT)»)				
Компания: CSA, Canada/ Канадское космическое агентство (CSA), Канада				
14 декабря 2007 г.	Настоящее время	3–100 м	Ледовая разведка, морская навигация, гидрология, картографирование, геология, разведка природных ресурсов	Солнечно-синхронная
Спутник, программа: Канадская космическая миссия «RADARSAT Constellation Mission (RCM)» (продолжение программы «Радарсат (RADARSAT)»; группировка состоит из 3 идентичных спутников)				
Компания: Канадское космическое агентство (CSA), Канада https://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat/what-is-rcm.asp				
12 июня 2019 г.	Настоящее время		Лед, приземный ветер, загрязнение нефтью и мониторинг судов	
Спутник, программа: «SWOT» (The Surface Water and Ocean Topography/ Поверхностный слой воды и топография океана) («SWOT» будет наблюдать почти всю воду на поверхности Земли)				
Компания: НАСА (NASA), США / Национальный центр космических исследований (CNES), Франция / Канадское космическое агентство (CSA), Канада / Космическое агентство Соединённого Королевства (UK Space Agency) https://swot.jpl.nasa.gov/ https://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/swot.asp [Morrow, R., et al, 2019].				
декабрь 2022 г. (планируемое)			Для измерения мелко- и среднemasштабных особенностей поверхности океана, таких как волны, вихри и фронты	«SWOT» обеспечивает полное покрытие большинства озёр и рек до четырех раз в три недели

Продолжение таблицы 1

Период эксплуатации		Разрешение	Атмосфера	Океан	Земля	Быстродействие	Тип орбиты
начало	конец						
Компания: NASA, USA/ NASA (NASA), США https://www.nasa.gov/content/goddard/about-icesat-2							
15 сентября 2018 г				Толщина морского льда	ice sheet elevation/ рельеф ледового покрова		Геоцентрическая орбита
Спутник, программа: «JPSS-2» Совместная полярная спутниковая система (Joint Polar Satellite System); запланировано 5 спутников: NOAA/NASA – Suomi (NOAA/NASA – Suomi), JPSS-1 (NOAA-20), JPSS-2, JPSS-3, JPSS-4							
Компания: NOAA, США / NOAA, USA/ NOAA https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/joint-polar-satellite-system							
9 ноября 2022 г. (планируемое)	Через 7 лет	Передает численные прогнозы погоды (численное прогнозирование погоды) в США и предоставляет данные критических наблюдений во время суровых и экстремальных погодных явлений, наподобие ураганов и метелей	Профили влажности и температуры для гражданского прогнозирования погоды в реальном времени	Снежный и ледовый покров(ы)			Полярное орбитирование

Окончание таблицы 1

Спутник, программа: Jason-3 («Ясон-3») NO ARCTIC/ БЕЗ АРКТИКИ (Продолжение программ «ТОПЕКС (TOPEX) / Посейдон (Poseidon), Ясон-2 (Jason-2)»)				
Компания: NOAA (NOAA), НАСА (NASA), США / Национальный центр космических исследований (CNES), Франция / Европейская организация спутниковой метеорологии (Eumetsat), ЕС (EU) https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/jason-3				
17 января 2016 г.		Альтиметрия		Низкая околоземная орбита
Спутник, программа: NO ARCTIC/ БЕЗ АРКТИКИ GOES-18 (GOES-T) От районов вблизи Северного полярного круга до Южного полярного круга GOES-R Series/ геостационарные эксплуатационные спутники наблюдения за окружающей средой серии «R» (GOES-R)				
Компания: NOAA, USA/ NOAA (NOAA), США https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/geostationary-satellites				
1 марта 2022 г.				Геоцентрическая орбита
Спутник, программа: NO ARCTIC/ БЕЗ АРКТИКИ «SARAL (SARAL)/АлтиКа(AltiKa)»				
Компания: Индийская организация космических исследований (ISRO), Индия / Национальный центр космических исследований (CNES), Франция https://www.mosdac.gov.in/saral-altika				
		Альтиметрия		Геоцентрическая орбита

Исследование Арктической зоны Заполярья России

По результатам научно-экспедиционных исследований и с привлечением данных из внешних источников ученые создают компьютерные климатические и гидробиологические атласы. В интернете доступ к ним имеет любой пользователь. Только с учетом этих сведений, упорядоченных в виде многолетних рядов наблюдений, можно делать обоснованные выводы о тенденциях климатических изменений. Это позволяет отказаться от умозрительных прогнозов и ориентировать экономику на реальные климатические циклы. Методы и результаты численного моделирования климата должны оцениваться исходя из ретроспективных расчетов, обеспеченных информационной базой климатических данных, и прогностических расчетов, контролируемых по результатам текущего комплексного мониторинга.

- вышел из Мурманска 2 августа 1933 г.
- затонул в Чукотском море 13 февраля 1934 г.



Рис. 2.20. Маршрут парохода «Челюскин» по Северному морскому пути

Аномальные сокращения площади морских льдов наблюдались и в прошлом. В 1878 г. Э. Норденшельд на судне «Вега» прошел за лето от Стокгольма до Берингова пролива. В 1932 и 1933 г. ледокольные пароходы «А. Сибиряков» и «Челюскин» также совершили переход по Севморпути за одну навигацию до Берингова пролива (рис. 2.20). И Норденшельд, и челюскинцы, и многие другие за одну навигацию проходили вдоль берегов Сибири в безледных условиях потепления. Известный полярный исследователь профессор Н.Н. Зубов показал, что в 1936 г. Севморпуть был свободен ото льда. С тех пор дискуссия о цикличности климата не прекращается, поскольку от наличия льда зависят освоение шельфа, навигационная ситуация на Севморпути, требования к обновлению ледокольного флота.

Главными индикаторами климатической динамики являются температура толщи морских вод и параметры ледяного покрова (распространение, толщина, сплоченность). Для оценки теплового состояния вод проводятся глубоководные съемки на стандартных разрезах. В масштабах всей Арктики общепризнана климатологическая ценность векового разреза по Кольскому меридиану (33° в.д.), где наблюдения проводятся уже более 100 лет. Однако следует учитывать, что этот разрез ограничен с севера кромкой льда, и его данные характеризуют в первую очередь температурный режим теплой атлантической водной массы, поступающей в Баренцево море с Норвежским течением. Климатическая динамика шельфовых морей зависит, кроме того, от распространения погруженных атлантических вод из Арктического бассейна по донным желобам, а также от теплового стока рек Европейского Севера и Сибири.

Климатические аномалии неоднородны в пространстве. В начале XXI в. в Арктике наблюдалось потепление. Напротив, в этот же период для юга Европы аномальными явились экстремальные морозы и площади льда на Каспийском, Азовском морях, а также севере Чёрного моря. В результате суровых зим 2005–2008 гг. на Азовском и Каспийском морях стали возникать торосы и стамухи, типичные скорее для Карского и Печорского морей. Нестандартно уже не первый год ведут себя льды в Беринговом море. В 2012 г. они продержались рекордно долго – более 100 дней, продолжив серию холодных рекордов в этой части Арктики. Площадь ледового покрова в Беринговом море вышла на второе место среди максимальных значений за историю наблюдений со спутника (с 1979 г.).

Приведенные результаты – только часть общей картины. Природа климатических изменений в разных частях Арктики неодинакова. В Баренцевом море важнейшими факторами внешнего воздействия являются преобладающие переносы в атмосфере (широтные или меридиональные) и поступление теплых атлантических вод, интенсивность которого зависит от глобальной океанической циркуляции и системы Гольфстрима как одной из её самых динамичных составляющих.

Для морей Восточной Арктики большое значение имеют изменения водного и теплового стока великих сибирских рек. При повышенном водном стоке усиливается опреснение поверхностного слоя (до 10–25 м) морей, что ускоряет образование ледяного покрова. Вместе с тем обильный паводковый сток с его высоким теплосодержанием способствует раннему таянию льда.

Климатические сценарии для Арктической зоны противоречивы. Рассматриваются перспективы как дальнейшего развития процессов потепления, так и возврата к условиям, характерным для второй половины XX в. Эта неопределенность во многом связана с отсутствием целостной системы климатического и экологического мониторинга, объединяющего контактные и дистанционные наблюдения (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Аномальная адвекция к Пиренеям западного отрога Сибирского антициклона и Гольфстрима – к Земле Франца-Иосифа

Для климатических циклов Арктики характерны внутривековые вариации с периодом около 30–40 лет. Важно сфокусировать исследования на взаимодействии Сибирского антициклона и Гольфстрима. Для климата Европы крайне важно мониторить

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Ось Воейкова. Юго-западный отрог Сибирского антициклона («Ось Воейкова») блокирует поступление тепла Гольфстрима к Средиземноморью. Тепло Северной Атлантики устремляется к мысу Желания (рис. 2.22).

Мы не поймем климат Арктики, если наряду с Северной Атлантикой не будем анализировать вековые базы данных и глобальные процессы в Сибири, Канаде, Европе, на Беринговом море и южных морях. Важно понять взаимодействие морозных антициклонов с океаном зимой.

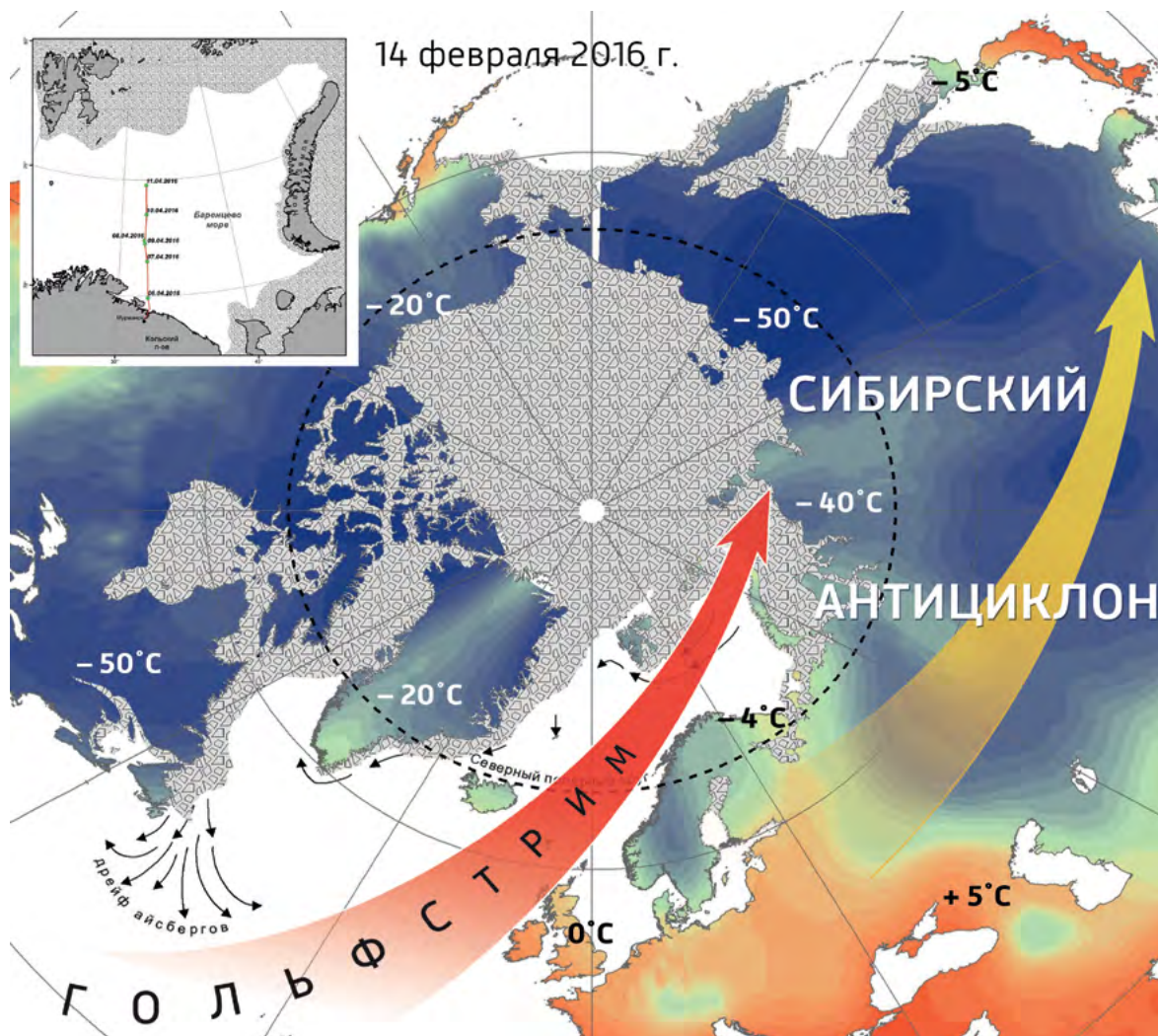


Рис. 2.22. Распределение приземной температуры воздуха и ледяной покров

2.4. Климат и биота

Российские моря арктического шельфа – от Карского до Чукотского – сходны по климату и ледовым условиям, малопродуктивны, слабо освоены в хозяйственном отношении. Морская деятельность здесь зависит прежде всего от состояния ледяного покрова и суровости климата. Для этой части Арктики особенно важны объективные оценки современных климатических тенденций и долгосрочные прогнозы термических и ледовых аномалий. Следует отметить, что в современной науке такие прогнозы основываются на применении математических моделей, доведенных до высокой степени совершенства. Однако пробелы в системе мониторинга, особенно морского глубоководного, во многом обесценивают результаты модельных расчетов и превращают их в разновидность экспертных оценок.

Природная ритмика климата и её влияние на рыболовство хорошо изучены специалистами ПИНРО и ММБИ в отношении Баренцева моря. В Мурманском морском биологическом институте сложилась и работала сильнейшая в СССР и в России научная школа систематики донной фауны Арктики, главным образом – шельфа (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Зообентос – индикатор загрязнения морских экосистем и изменений климата

Важным индикатором климатических изменений и загрязнений в придонных слоях морских вод служат сообщества бентоса. Они реагируют на тепловые аномалии с запаздыванием, которое зависит от продолжительности жизненного цикла того или иного вида донной фауны (рис. 2.24). Как показали результаты анализа видового состава зообентоса на разрезе по Кольскому меридиану, увеличение доли теплолюбивых (бореальных) видов происходит через 3–8 лет после пика потепления. Это следует учитывать при прогнозировании биоресурсного потенциала морей.

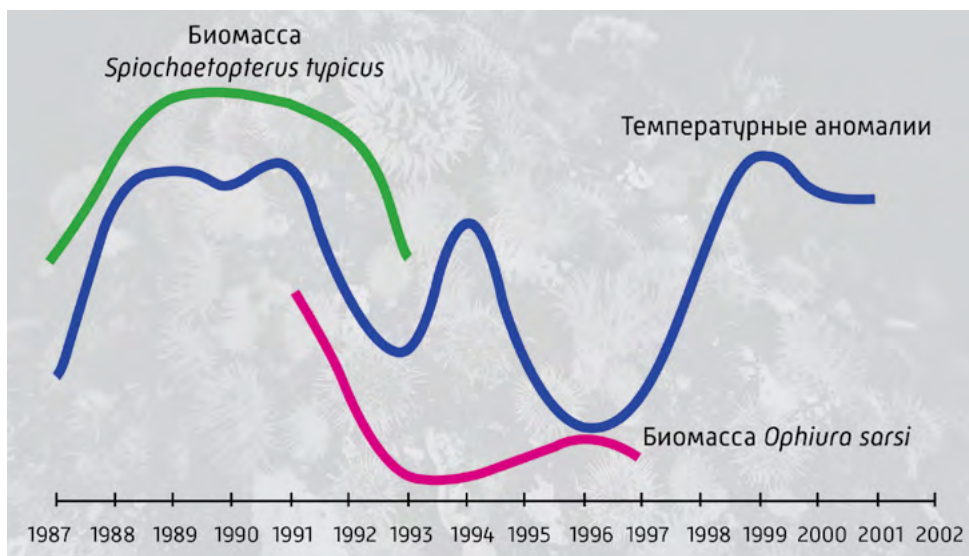


Рис. 2.24. Зависимость биомассы бентоса Баренцева моря от температурных аномалий воды по вековому разрезу «Кольский меридиан» с учетом временного сдвига:
а) 8 лет (*Spiochaetopterus typicus*, коэфф. 0,98); б) 4 года (*Ophiura sarsi*, коэфф. 0,90)

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Внутривековая периодичность климата Арктики не такая четкая, как у часового механизма, она составляет циклы в 11, 17, 30, 60 и т.п. лет. Так, например, раз в 30 лет замерзает Кольский залив. Изменения климата воздействуют на морские экосистемы разнонаправленно и несинхронно. Установлено, что донная биота шельфа закономерно реагирует на внутривековые циклы тепла. Так, в XXI в. следствием потепления морей Арктики стало смещение ареалов основных коммерческих видов рыб, например, чёрного палтуса, на север Карского моря, а также мест обитания белого медведя и атлантических моржей. В 2007–2011 гг. основу питания палтуса составляли сайка (69 %) и липарисы (25 %) (рис. 2.25). В теплые годы треска закономерно устремляется на 2 тыс. км от Лофотен на восток, к Новой Земле, а в холодные – мигрирует на север, к Шпицбергену [Матишов, 2016, Матишов и др., 2017] (рис. 2.26).

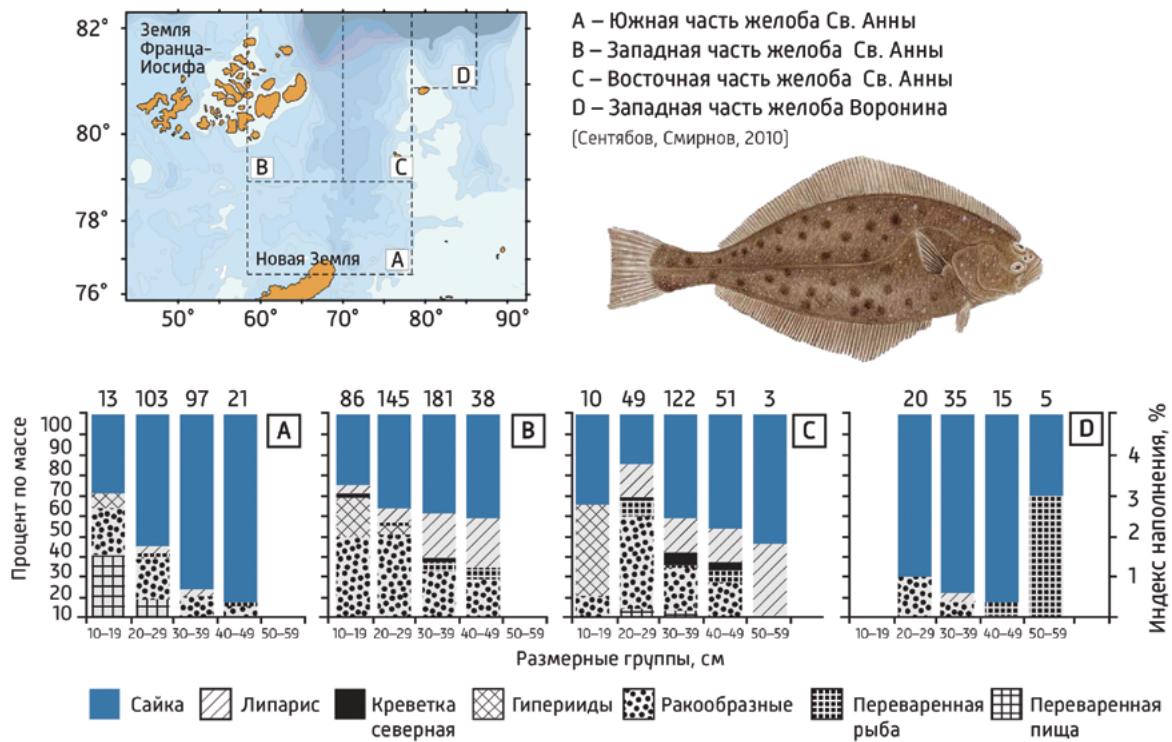


Рис. 2.25. Питание разновозрастных групп черного палтуса в акватории Карского моря. 2007–2011 гг.

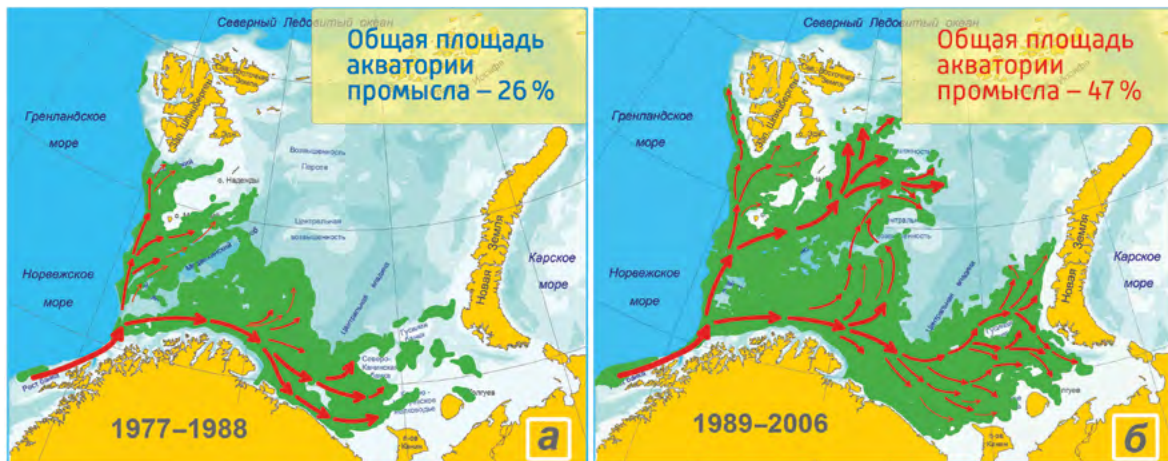
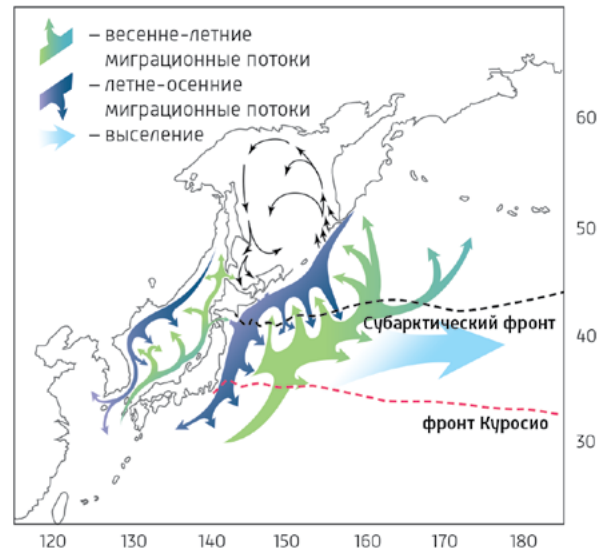
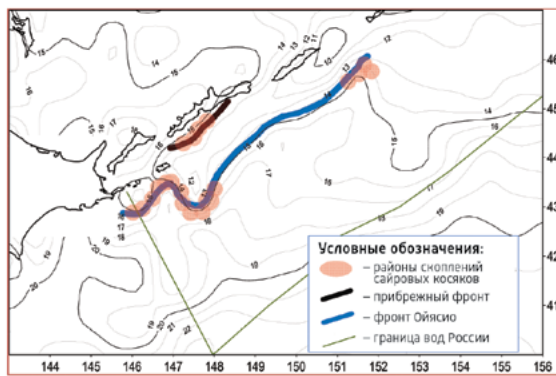


Рис. 2.26. Различия в миграциях баренцевоморской трески в холодный (а) и теплый (б) периоды

Для промысловой сайры главным фактором воспроизводства является оптимальная температура воды в пелагиали. От знаний закономерностей климата в целом также зависит прогноз добычи тихоокеанской сайры (рис. 2.27).



**БЫЛИ ОПРЕДЕЛЕНЫ МОДЕЛИ И МАРШРУТЫ МИГРАЦИИ;
 УСОВЕРШЕНСТВОВАНЫ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА**

Рис. 2.27. Научное сопровождение промысла сайры в Тихом океане

Глава 3

ГЕОПОЛИТИЧЕСКИЕ И ЭКОСИСТЕМНЫЕ ВЫЗОВЫ

3.1. Геостратегические угрозы

Современная природная, геополитическая и социально-экономическая ситуация в Арктике во многом отражает военно-стратегические перипетии. Это распространяется на практику использования природно-ресурсного потенциала, на международно-правовой режим Северного Ледовитого океана и его морей, а также социальные последствия активного освоения шельфа, прибрежной зоны крайнего Севера. Факторами геополитического давления становятся проблемы экологии и климата, как это наглядно показала акция «Гринпис» в октябре 2013 г. Извлекаются факты из давно ушедшей истории.



Рис. 3.1. Заседание рабочей группы по защите арктической морской среды (РАМЕ) в рамках деятельности Арктического совета, ММБИ КНЦ РАН, г. Мурманск, август 2006 г.

Считается, что основной дискуссионной платформой для международного взаимодействия в Арктике является созданный в 1996 г. межправительственный форум циркумполярных государств – Арктический совет, участником которого является и Россия. Ежегодно арктические и внеарктические страны ЮНЕСКО в Париже дискутируют о рациональном природопользовании, судоходстве, в том числе в Северном Ледовитом океане (рис. 3.1, 3.2).

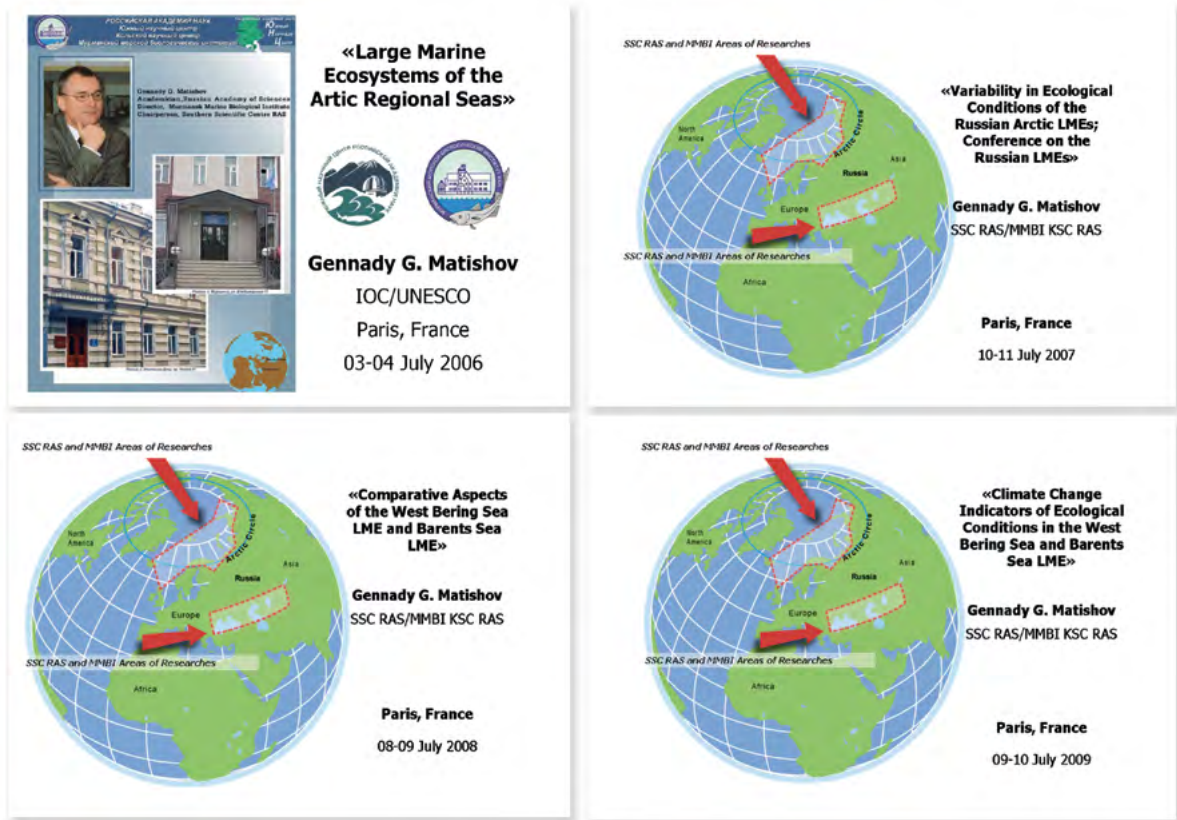


Рис. 3.2. Доклады заседаний консультативного комитета по большим морским экосистемам в Париже в 1999–2015 и 2006–2014 гг.

Более острые споры по широкому спектру проблем Заполярья, полярных морей уже почти двадцать лет происходят на Конгрессе «Арктические границы» в Тромсё (рис. 3.3). Запад именно этот город считает столицей Арктики. Дело чести нашей Родины вернуть Мурманску былую славу арктической столицы. Сегодня, так называемые партнеры, пытаются не допустить участия ученых и дипломатов России в заседаниях Совета.

Рис. 3.3. Участие в конференциях «Арктические границы: соединяя науку и политику» в 2007, 2012, 2014 гг.



Исследование Арктической зоны Заполярья России



На Крайнем Севере и, собственно, в Заполярье размещены пять академических центров с 25 институтами РАН (рис. 3.4). Сегодня они получают недостаточно внимания со стороны столичных министерств и ведомств. Такой подход не в интересах государства. Очевидно, что именно на них должны опираться властные структуры в научной дипломатии и в изысканиях в Арктике.

Рис. 3.4. Арктические центры Российской академии наук

Арктика, Северный полюс, Баренцево море всегда были ключевыми регионами в геополитике. На заполярном театре пересекаются интересы не только России и Норвегии, но и стран НАТО (рис. 3.5). Мы конкурируем с потенциальными противниками на поле нефтегазовых и рыбных ресурсов, водных путей за акваторию и архипелаг Шпицберген. Интересы России на архипелаге Шпицберген норвежские власти пытаются резко ограничить и свести к нулю. Новой целью вероломных устремлений и планов противника становится остров Врангеля.



Рис. 3.5. НАТО и ВМФ России – экологический и геополитический фактор воздействия

Так называемая российская часть Шпицбергена – это территория на острове Западный Шпицберген площадью 251 км², включающая в себя три месторождения каменного угля, шахты и поселки: Баренцбург, Пирамида и Грумант. Так, например, население поселка Пирамида в 1960–1980 гг. составляло более 1000 человек; в те годы были построены многоэтажные капитальные здания, бассейн, библиотека, зимний сад и мелководный порт для погрузки угля. Решение о закрытии шахты было принято в конце 1997 г. На момент закрытия годовой план добычи угля составлял 135 тыс. т. Государственный трест «Арктикуголь» за время своего существования добыл на руднике Грумант 2 млн т угля.

В российском секторе Арктики и, в частности, на баренцевоморском театре не раз возникали стычки с судами «Гринписа». На закате перестройки они атаковали атомные полигоны Новой Земли, была агрессия против наших буровых вышек на шельфе. В 1950–1975 гг. возникли три тресковые войны между Исландией и Великобританией (рис. 3.6). Лососевые торговые войны также ведутся между Россией, Китаем, Норвегией. Приходится расплачиваться за награждение в 2010 г. китайского диссидента Лю Сяобо, пытавшегося подорвать государственный строй в Китае, Нобелевской премией мира в столице Норвегии. Китай подрывает дипотношения с Норвегией, которая являлась крупнейшим поставщиком лосося в КНР, и с тех пор ее доля упала на этом рынке втрое.

Ситуация вокруг наших границ неприятная. В апреле 2018 г. командующий Береговой охраной США адмирал Пол Цукунфт заявил, что Севморпуть должен быть транспортным коридором, открытым для всего мирового сообщества. Однако выпады пока в декларативной форме.

Северный флот. Краснознаменный Северный флот является межвидовым стратегическим объединением Вооруженных Сил Российской Федерации и предназначен для защиты национальных интересов России на арктическом направлении, а также в других районах Мирового океана в установленных границах ответственности (рис. 3.7, 3.8). Сегодня флот успешно решает поставленные перед ним задачи в различных районах Мирового океана. Выполнены походы на боевую службу в Атлантический, Тихий и Индийский океаны, Средиземное море и Аденский залив. Продолжается освоение и изучение



Рис. 3.6. Тресковые и лососевые войны



Рис. 3.7. Противоборство АПЛ во льдах Арктики

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Арктического театра, стала повседневной практикой походов кораблей и судов Северного флота на острова Новосибирского архипелага, Новой Земли и архипелага Земля Франца-Иосифа. Совершенствуется система военной инфраструктуры на арктических островах (рис. 3.9).



Рис. 3.8. Северный флот на карте военных округов Российской Федерации (на карте обозначены границы РФ, актуальные до февраля 2022 г.)



Рис. 3.9. Военная инфраструктура РФ в Арктике [Матишов и др., 2016]

В связи с напряженной обстановкой вокруг наших северных морских границ, институтам Академии наук, в том числе Секции океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле РАН, предстоит нацелиться на исследования акватории арктических льдов Северного Ледовитого океана, зоны дрейфа айсбергов в открытом море, природы гидроакустических помех в зоне высокой биопродуктивности, способов снижения шумности АПЛ под водой (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Президент РАН академик Ю.С. Осипов, академики Н.Н. Мельников и Г.Г. Матишов с командующим Северным флотом адмиралом В.А. Поповым на ТАРКР «Пётр Великий», апрель 2001 г.

Как во времена Советского Союза, надо вернуться к экспедиционным и экспериментальным работам, а также возродить прибрежные стационары. Особую роль в этом направлении могут сыграть обученные морские млекопитающие, используемые в качестве управляемых носителей подводной аппаратуры (рис. 3.11, 3.12).



Рис. 3.11. Конференция «Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения», г. Североморск, 4 октября 2010 г.



Рис. 3.12. Применение морских млекопитающих в системе антитеррористических мер. ММБИ, г. Полярный, Гаджиево, 2013 г.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В условиях санкций и откровенно враждебного отношения к России со стороны некоторых стран нужно детально проработать вопросы присутствия российских научных судов с группами экспертов на борту в нейтральных водах, возможности прохода через территориальные воды других стран, заходы в иностранные порты, возможности высадки на берег.

Особенно важно подчеркнуть, что при мизерном финансировании академической науки пришло время отказаться от дорогостоящей модернизации судов-семи-тысячников. Вместо них целесообразно модернизировать или построить экономные, полезные для РАН и ВМФ научные суда водоизмещением 1,5–2,5 тысячи тонн, как это принято во всем мире (рис. 3.13).



Рис. 3.13. Стратегия в развитии академического исследовательского флота

3.2. Рациональное природопользование и большие морские экосистемы

Морские экосистемы Арктики – один из наиболее чувствительных индикаторов глобальных климатических изменений. От их реакции на климатические (термические) аномалии зависят биоресурсный потенциал арктических морей и экологическая безопасность морской деятельности в зоне Севморпути. В морских экосистемах всё взаимосвязано. Необходимо учитывать, что насчитывается только биотических звеньев более 10–20, начиная от первичной продукции, ихтиопланктона, до китов и белых медведей. И примерно такое же количество абиотических элементов – от морских льдов, айсбергов, термохалинных параметров до донных осадочных отложений и геоморфологии дна (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Первый опыт экосистемных исследований морей Арктики, 1985–1986 и 1989–1992 гг.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В ММБИ разработан и отлаженно функционирует при грамотно выстроенной логистике целый комплекс морских экосистемных исследований (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Комплекс морских экосистемных исследований и логистика в ММБИ

Для каждого региона или водоема важно, чтобы основные силы воздействия на экосистемы и биоресурсы были объективно структурированы в соответствии с определенным ранжиром: от климата и промысла до аквакультуры и социоэкономики. В Арктике климат – определяющий фактор развития морских экосистем. Однако антропогенные воздействия, в частности рыболовство и китобойный промысел в прошлом, являются самыми разрушительными для животного мира. Сегодня биологическая и промысловая океанография всё чаще обращается к теории больших морских экосистем, пионерами в разработке которой были, наряду с НОАА, ученые ММБИ.

Концепция больших морских экосистем. В мировой практике морских океанографических исследований получила широкое признание концепция больших морских экосистем (БМЭ) – высокопродуктивных участков океана, характеризующихся особой батиметрией, гидрографией, продуктивностью и трофическим взаимодействием.

В середине 1980-х гг. доктор Кеннет Шерман (Kenneth Sherman) из Национальной службы морского рыболовства / National Marine Fisheries Service NOAA (США) и доктор Льюис Александер (Levis Alexander) из Университета Род-Айленда / University of Rhode Island (США) впервые предложили концепцию больших морских экосистем

(large marine ecosystems, LME). Американские специалисты: Шерман, Александер и некоторые другие ученые – признали (рис. 3.16), что большие площади океанов функционируют как экосистемы и что загрязнение воздуха, суши и воды, а также чрезмерная эксплуатация биологических ресурсов, наряду с природными факторами, влияют на различную продуктивность этих экологических систем (рис. 3.17).

После появления концепции БМЭ (LME) последовали годы обсуждений, размышлений и развития при участии океанографов, морских биологов и экологов, географов, экономистов и людей, определяющих морскую политику. Все указанные специалисты пытались определить, как лучше всего понять изменчивость больших экосистем и как управлять биологическими ресурсами океанов для обеспечения устойчивой продуктивности.

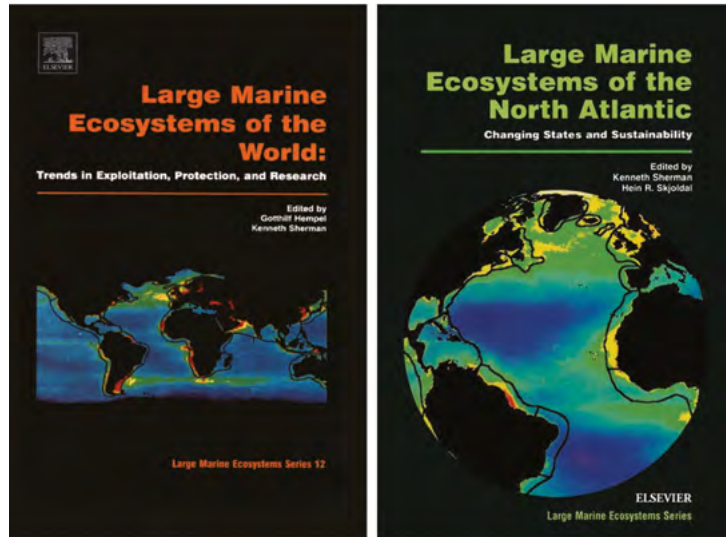


Рис. 3.16. Книги, посвященные концепции БМЭ



Рис. 3.17. Факторы, влияющие на морские экосистемы и биоресурсы

Эта концепция предлагает модульную основу для экосистемного мониторинга, моделирования и управления, включающую ряд необходимых и обязательных для всех морей блоков: 1) продуктивность; 2) икhtiофауна и рыболовство; 3) загрязнение и здоровье экосистемы; 4) социоэкономические условия; 5) управленческие механизмы (рис. 3.18).

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Для понимания структуры и динамики БМЭ необходимо проводить комплексные исследования морской среды (воды, льда, придонного слоя атмосферы, донных осадков) и биоты на всех трофических уровнях – от бактериопланктона до морских птиц и млекопитающих, – принимая во внимание всю экосистемную пирамиду.



Рис. 3.18. Модульная структура изучения и мониторинга больших морских экосистем (по К. Шерману)

Сложилось общее мнение, что из антропогенных воздействий рыболовство является самым разрушительным фактором. Именно мировое рыболовство вызвало перелом биоресурсов. И сегодня оно достигло своего предела – около 100 млн т. Наблюдается общая тенденция снижения темпов морского промысла и резкий подъем товарной аквакультуры (рис. 3.19). За четверть века Китай, Япония, Норвегия, Перу, Франция и другие страны стали производить до 82 млн т товарной продукции аквакультуры [Состояние ... 2020].

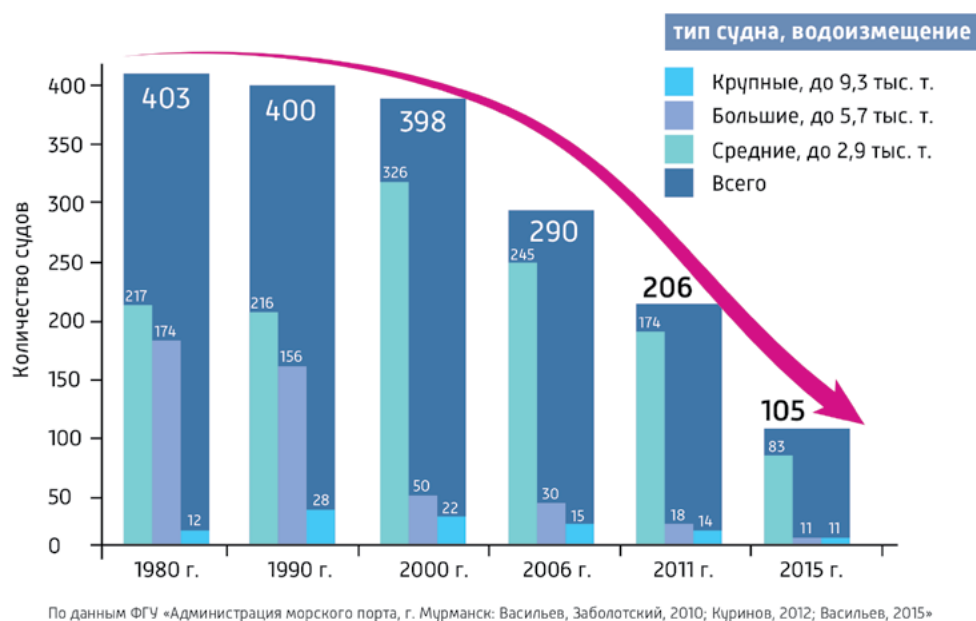


Рис. 3.19. Сокращение океанического рыболовного флота Северного промыслового бассейна

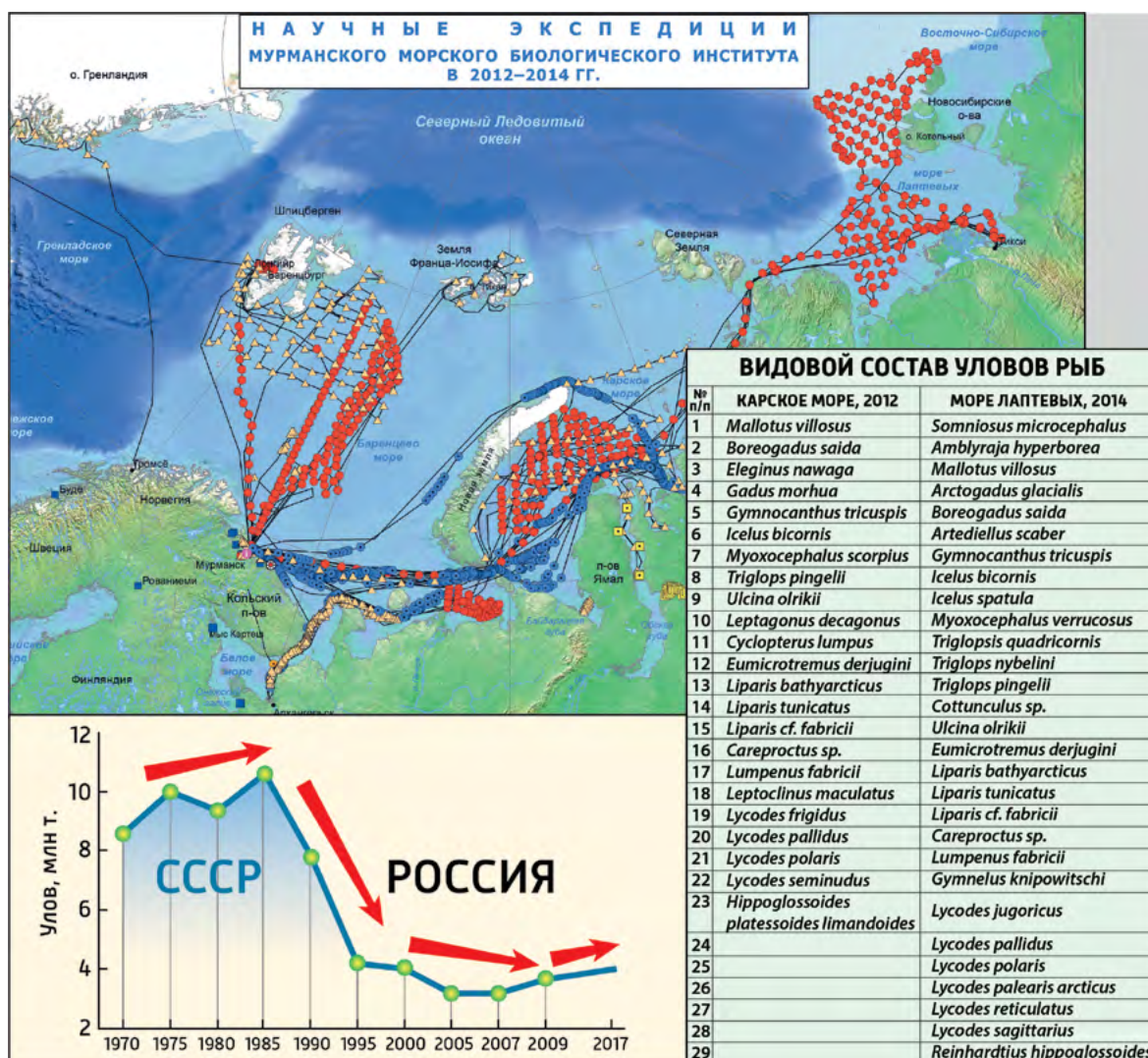


Рис. 3.20. Видовой состав уловов рыб в Карском море (2012 г.) и море Лаптевых (2014 г.)

В лучшие годы, с 1976 по 1988 г., ВРПО «Севрыба» (это была сфера Мурманска, Архангельска, Петрозаводска) в открытом море добывало в год 2,5 млн т рыбы, из них в Баренцевом море – 1,5 млн т. Исторически важными промысловыми видами рыбы в Баренцевом море являются треска и мойва. В период расцвета рыболовства трески добывали до 1,5 млн т (рис. 3.20).

Коллапс ВРПО «Севрыба» в океаническом рыболовстве произошел в период развала СССР и продолжился в постсоветский период. Его причиной стал перелом морских биоресурсов. Постепенно были утрачены научные рыбохозяйственные позиции как в сферах рыбопромышленной разведки в океане и товарного рыболовства, так и в области заводского воспроизводства. В СССР добывалось до 11 млн т рыбы, сейчас – около 3–4 млн т (рис. 3.21).

Исследование Арктической зоны Заполярья России

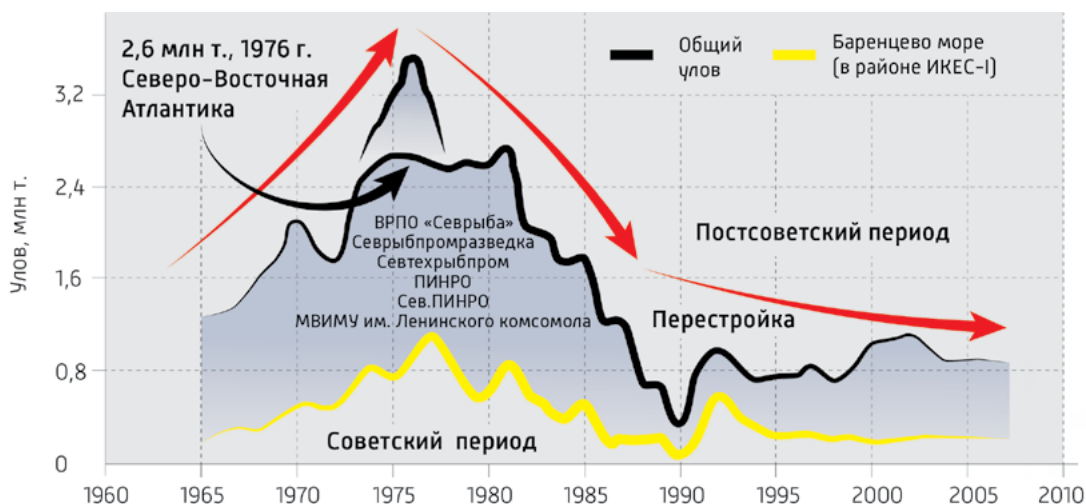


Рис. 3.21. Деградация океанического рыболовства на примере ВРПО «Севрыба» (по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO))

В результате антропогенного воздействия на биоресурсы, в частности неконтролируемого рыболовства и зверобойного промысла, существенно деградировали верхние уровни морской экосистемной пирамиды, особенно в европейских морях. Опасения вызывает серьезно нарушенное естественное воспроизводство промысловых рыб.

Кроме рыболовства, на здоровье экосистем Арктики влияют также такие факторы, как нефтяное загрязнение и сейсморазведка. И хотя их роль и воздействие пока не столь очевидны, но нюансы требуют специального изучения, особенно в зоне дрейфующих льдов (рис. 3.22).

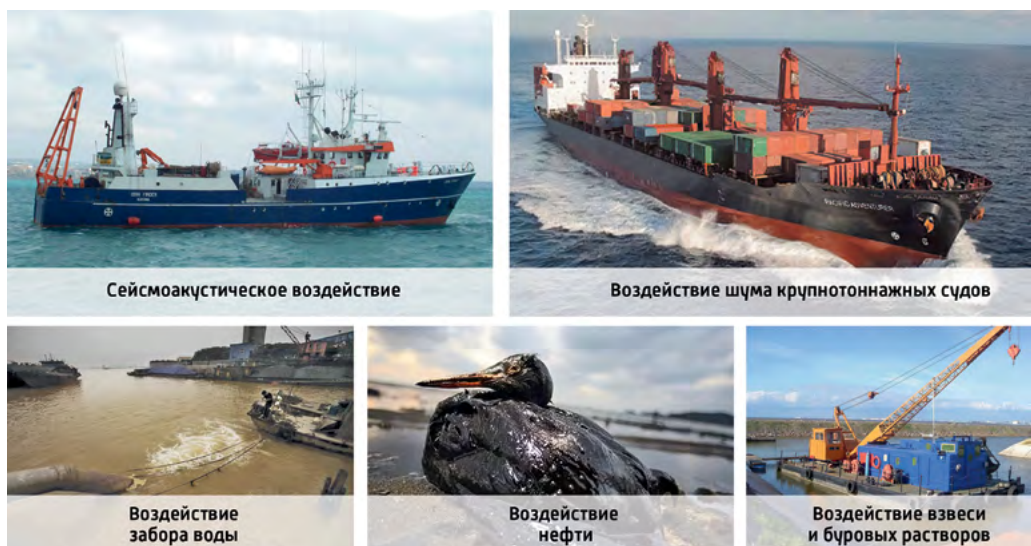


Рис. 3.22. Антропогенное воздействие на большие морские экосистемы

Арктическая зона в целом остается одним из наименее загрязненных, сравнительно чистых районов планеты и, наряду с пространствами Европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока, важнейшей областью глобальной экологической стабильности. Однако арктические экосистемы очень чувствительны к локальным антропогенным воздействиям и дальним переносам загрязнений. Большую опасность представляет накопление загрязняющих веществ в трофических цепочках морских экосистем, особенно в организмах промысловых рыб и млекопитающих.

3.3. Социэкономика

Из-за малонаселенности и труднодоступности большинства арктических территорий, а также из-за их удаленности от региональных столиц (Красноярска, Якутска), реализация государственной политики в Арктике возложена преимущественно на федеральные органы управления. Ее научное и кадровое обеспечение также должно быть централизованным. В изучении Арктики еще со времен царской России стало складываться взаимодействие между фундаментальной академической наукой, отраслевыми исследованиями (рыбохозяйственными, геологическими, военно-морскими) и общественными организациями (в лице Русского географического общества). В советский период объединение усилий академической и ведомственной науки обеспечило нашей стране первенство по многим направлениям исследований полярных областей Земли и Мирового океана [Матишов, Дженюк, 2014а].

Последствия экономических преобразований в постсоветский период были для Арктической зоны более болезненными, чем для большинства других районов России. Очевиден спад рыбодобывающей промышленности и портовой инфраструктуры. В условиях рыночной экономики оказались неконкурентоспособными и закрылись многочисленные предприятия горнодобывающей промышленности, что привело к резкому сокращению морских и воздушных перевозок, планомерному или стихийному закрытию многих населенных пунктов, ослаблению всей системы жизнеобеспечения в Арктике. Одновременно снижалась военная активность, были закрыты или законсервированы многие объекты, в том числе знаменитый ядерный полигон на Новой Земле.

Самым наглядным проявлением кризиса стала депопуляция российской Арктики. По результатам переписи 2010 г., даже в относительно благополучной Мурманской области население сократилось, по сравнению с 1988 г., с 1133 тыс. до 796 тыс. человек, а в Мурманске за те же годы – с 439 тыс. до 308 тыс. человек (рис. 3.23).

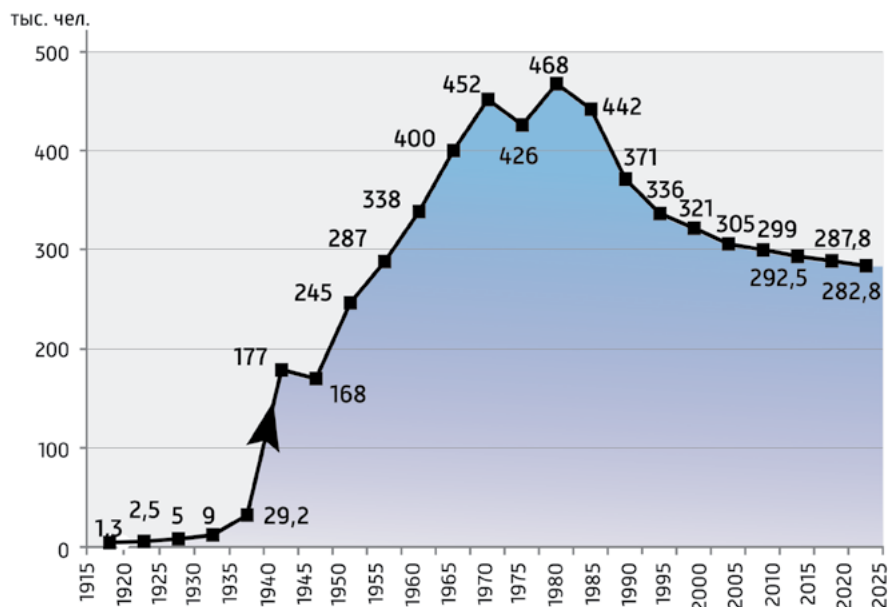


Рис. 3.23. Динамика численности населения г. Мурманска

На этом фоне в последние десятилетия работа в Арктике выглядела рутинной, полярные станции устаревали в техническом отношении и даже деградировали по внешнему облику. Неслучайно в последнее время стала популярной тема очистки арктических побережий и островов от многолетнего мусора, особенно бочек из-под топлива.

Это, конечно, важно, но не должно становиться первоочередной задачей, на которую тратятся большие бюджетные и спонсорские средства. По нашему мнению, приоритетом должно стать создание новых научных и учебных стационаров, не уступающих зарубежным и российским аналогам в Антарктиде и на Шпицбергене по внешнему облику, комфортности, техническому оснащению и экологичности. Для социально-экономического развития в Арктике также необходима надежная транспортная инфраструктура.

Современный сбалансированный подход к освоению минерально-сырьевых ресурсов Арктики осуществляется в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО). Здесь эксплуатация минерально-сырьевых ресурсов осуществляется в условиях бережного отношения к природе с соблюдением природоохранных мероприятий и экологического мониторинга и направлена для технологического и социально-экономического развития региона. Строительство и введение в эксплуатацию завода СПГ, арктического морского порта Сабетта и сопровождающих объектов транспортной и социальной инфраструктуры стало самым крупным шагом в освоении российской Арктики. Сегодня очевидно, что ЯНАО в ближайшем будущем станет базой для ещё одного масштабного международного проекта – завода «Арктик СПГ-2» на Гыданском полуострове.

Приток инвестиций в регион и в развитие социальной сферы обеспечивается в соответствии с четко выстроенной системой региональных льгот, в результате крупному бизнесу выгодно регистрировать свои предприятия на территории ЯНАО. Вместе с тем сегодня против России введены различные санкции, в том числе на нефтегазовую отрасль, что, безусловно, увеличивает риск ее развития.

Региональные власти ЯНАО определяют приоритеты, основываясь на мнении жителей, и направляют до 80 % бюджета на образование, медицину и иные социально значимые расходы (увеличение доступности жилья, улучшение состояния всей дорожной сети автономного округа). Они демонстрируют, что современная жизнь в Арктике может и должна быть комфортной. И для этого мало осваивать ресурсы и создавать промышленную базу. Необходимо сделать жилье максимально комфортным и доступным и обустроить социальную сферу. Это будет менять самочувствие и настроение людей, их отношение к жизни на Крайнем Севере.

Для современной Арктики чрезвычайно актуален рост социально-экономических исследований. Их развитию во многом препятствует дефицит статистических данных, пригодных для конкретного экономико-географического анализа. В ряде случаев сама организация государственной статистики такова, что из неё выпадает информация, необходимая для сравнительных оценок. Раньше сведения обо всех ледокольных проводках сосредоточивались в Мурманском морском пароходстве и были доступны для институтов Кольского научного центра РАН. Теперь единый учет грузо- и судооборота практически отсутствует. Во многом недостаточна и демографическая статистика. Она доступна в лучшем случае на уровне регионов, поэтому из неё невозможно выделить данные о населении арктического побережья или конкретных населенных пунктов.

Для России как морской державы актуально обеспечение социально-экономического развития прибрежных зон в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов. В начале XIX в., как и в 30-е гг. XX в., в Арктике зафиксированы показатели потепления и масштабной деградации льда. В сентябре 2012 и 2020 гг. площадь льда в Северном ледовитом океане сократилась до минимума за столетний период. В сентябре 2012 г. покров льда составил 400 тыс. км² против обычных 860 тыс. км². В самые последние годы наметился возврат к многолетним нормам, о чем свидетельствуют, например, данные о распространении льдов в 2012 и 2013 гг. (рис. 3.24), а также в середине августа 2022 г. Подобного рода явления вносят неопределенность в хозяйственные и экосистемные прогнозы.

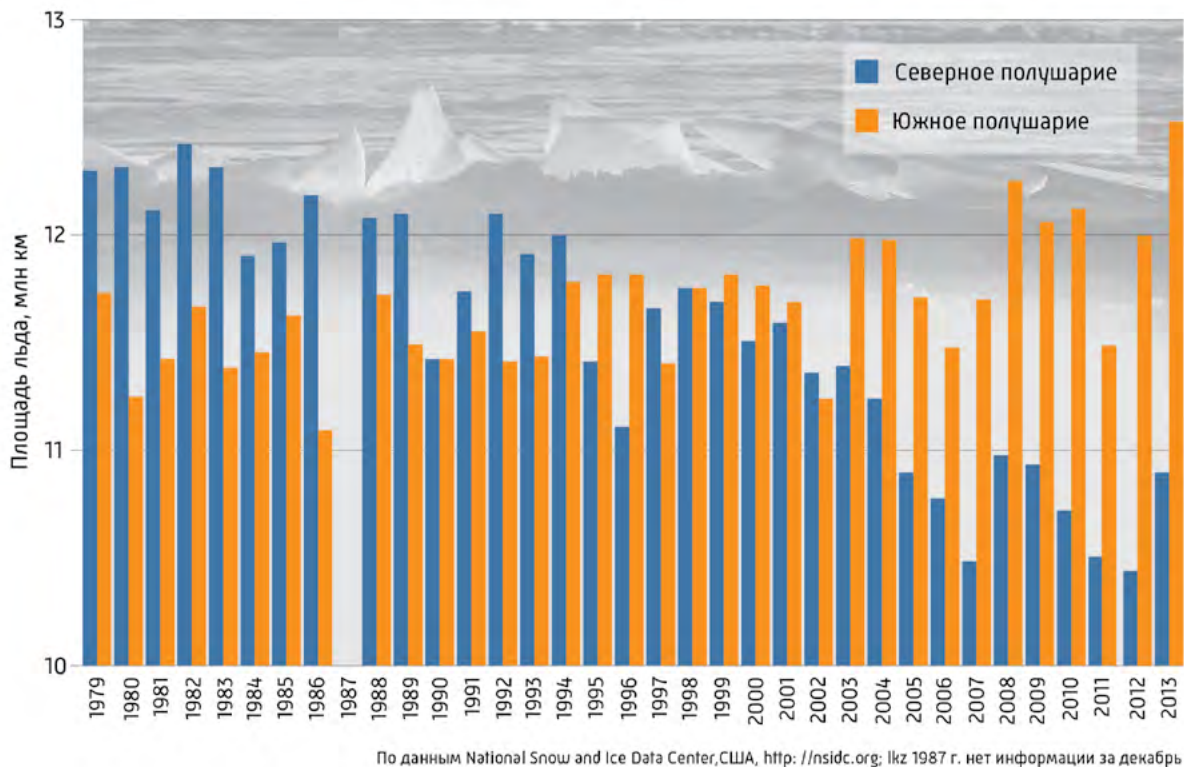


Рис. 3.24. Динамика среднегодовой площади морского льда с 1979 по 2013 г.

Важно еще раз заострить внимание на безусловной необходимости экосистемных подходов в морском природопользовании. Климатические изменения на коротком отрезке времени влекут за собой неоднозначные процессы в морских экосистемах. В современной практике морского природопользования в качестве основного объекта изучения рассматриваются большие морские экосистемы (БМЭ), выделяемые по совокупности признаков – батиметрии, океанографических условий, биопродуктивности, трофических связей.

В зону Севморпути полностью или частично входят шесть БМЭ, резко различающихся по гидрометеорологическим условиям, продуктивности и характеру морской деятельности. БМЭ Баренцева моря (включая Белое море) и западной части Берингова моря отличаются высокой биопродуктивностью и развитым рыбным промыслом. Хозяйственная деятельность на шельфе и в прибрежных зонах здесь осложняется совокупностью факторов климатического риска, вклад которых различен в разных районах и в разные сезоны года: ледяным покровом, штормовым ветром и волнением, штормовыми нагонами, обледенением судов и стационарных сооружений. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрометеорологических явлений особенно важны для Баренцева и Белого морей с их интенсивным судоходством и развитыми портово-промышленными комплексами.

Управление природопользованием в Арктике должно строиться с учетом разнообразия видов и перспективы морской деятельности и факторов воздействия. Оно реализуется на федеральном и региональном уровнях с учетом глобальных интересов и международных обязательств России. На международной арене в целях освоения арктических пространств и ресурсов решаются следующие задачи:

- закрепление прав России на эксплуатацию Северного морского пути как национальной транспортной магистрали;

- обоснование расширения экономической зоны по геолого-геофизическим и геоморфологическим признакам;
- закрепление экономического и научного присутствия на Шпицбергене и в его сопредельных водах.

Успешность этих действий будет всецело зависеть от создания научно-технического потенциала как минимум на уровне других арктических государств (системы гидрометеорологического и гидрографического обеспечения, судов и оборудования для глубоководного бурения в замерзающих морях, экологически безопасных технологий) [Матишов, Дженюк, 2014б].

Ранее уже были получены объективные оценки качества морской среды и экологической уязвимости экосистем по отношению к химическому и радиационному загрязнению морских вод, донных осадков и биоты [АМАР, 2002; Matishov D., Matishov G., 2004]. Необходимо их постоянное обновление как для наиболее уязвимых морских акваторий (портово-промышленные комплексы, места захоронения ядерных отходов), так и для чувствительных звеньев морских экосистем. Большой практический интерес представляют технологии экологического мониторинга и биологической защиты с использованием свойств морских организмов.

Принципиально новым фактором, определяющим состояние природопользования в Арктике, стало освоение нефтегазовых ресурсов шельфа и прибрежных зон. С этим связаны как новые экологические опасности, так и возможности расширения системы мониторинга, испытания и внедрения новых природосберегающих технологий. В ходе разработки и частичной реализации проектов добычи и транспортировки углеводородов на Баренцевом море, полуострове Ямал и приямальском шельфе Карского моря накоплен большой опыт создания информационных и биологических технологий для обеспечения экологической безопасности.

В последние годы активно появляются новые точки роста: ведется добыча нефти на Приразломном шельфовом месторождении в Печорском море, действует порт Сабетта на Ямале, обновляется пограничная инфраструктура, строятся военные аэродромы и базы на арктических островах. Вследствие этого ощущается острая необходимость в накоплении новых фундаментальных знаний с целью предупреждения разрушительных последствий цунами, смерчей, боры, ураганных штормов, нагонов и наводнений, изменчивой вдольбереговой литодинамики и других феноменов. Такие работы послужат укреплению безопасности стратегически значимых гражданских портов и военно-морских баз, навигационных и инженерных сооружений, подводных трубопроводов, ферм аквакультуры.

В целом же подготовка молодых исследователей для Арктики, как и раньше, сосредоточена в столицах. К её традиционным центрам (МГУ, СПбГУ, Российскому гидрометеорологическому университету и ряду других) в начале 1990-х гг. прибавилась Государственная полярная академия. Её замысел – подготовка молодых специалистов из числа коренных жителей Арктической зоны – сам по себе интересен, но пока этот вуз мало заметен. В наборе специальностей, по которым в нём ведётся обучение, только «экология» и «природопользование» непосредственно отвечают задачам научно-технического развития в Арктике.

За последние годы стоит отметить деятельность Северного (Арктического) федерального университета в Архангельске (САФУ), выросшего из Педагогического института и других местных вузов. Сильной стороной САФУ является сложившееся ещё в 1990-е гг. сотрудничество с советом Баренц-региона и другими распорядителями международных грантов. Все остальные успехи имеют ограниченный характер. Собственная научная база арктических исследований в Архангельской области во много раз уступает Кольскому научному центру РАН.

Схема административного деления Арктической зоны унаследована от Советского Союза, и ни одна граница между регионами в постсоветский период не изменила своего положения. Однако поменялся статус большинства национальных автономий: Чукотский АО отделился от Магаданской области и стал полностью самостоятельным. Таймырский АО, напротив, вошел в Красноярский край, что означает, помимо прочего, его исключение из государственной статистики как отдельного арктического региона. Ямало-Ненецкий и Ненецкий АО формально не выходили из своих областей (Тюменской и Архангельской), но, по сути, стали самостоятельными и самодостаточными субъектами Федерации. Это должно учитываться в практике управления природопользованием.

Глава 4

СЕВМОРПУТЬ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЕДОВОЙ ОКЕАНОГРАФИИ

4.1. Северный морской путь: специфика и инфраструктура

Природопользование в Арктической зоне Российской Федерации сложилось на основе наземной и морской экономической деятельности, объединенной в природно-экономической системе Северного морского пути. Она включает прибрежные и высокоширотные морские трассы, портово-промышленные комплексы, инфраструктуру и зоны деятельности ВМФ и пограничных войск, охраняемые территории и акватории. Экономическая эффективность и экологическая безопасность в этой системе зависят от комплекса факторов, включающего изменения климата и ледяного покрова, устойчивость морских и наземных экосистем, совокупность преднамеренных и непреднамеренных антропогенных воздействий (рис. 4.1).

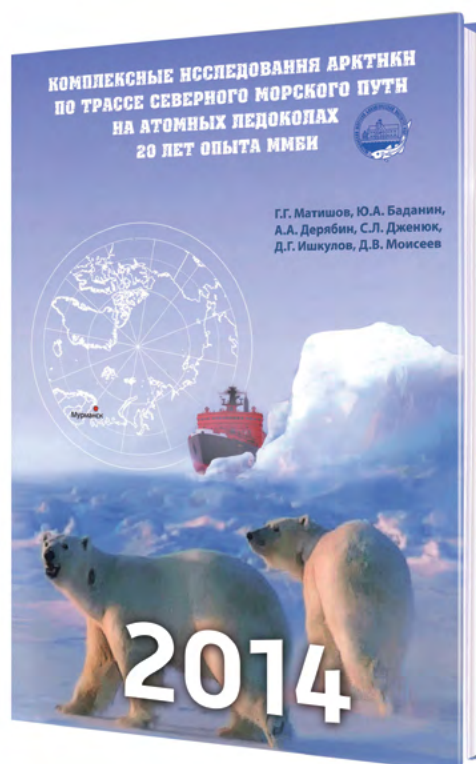


Рис. 4.1. Издание «Комплексные исследования Арктики по трассе Северного морского пути на атомных ледоколах. 20 лет опыта ММБМ», 2014 г.

Северный морской путь (СМП) – единая транспортная коммуникация России в Арктике. Он проходит вдоль северных берегов страны по морям Северного Ледовитого океана (Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского), соединяет порты европейской части России и устья судоходных сибирских рек с Дальним Востоком. От Мурманска до Чукотки все части трассы Севморпути расположены за полярным кругом, т.е. в суровом Заполярье Арктики (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Маршрут Северного морского пути

В настоящее время разработан план развития СМП до 2035 г., который включает модернизацию и расширение магистральной инфраструктуры. Общий объем финансирования плана может составить около 2 трлн рублей. Предполагается, что к 2035 г. частные инвесторы вложат около 15,6 трлн рублей в развитие инвестпроектов, формирующих грузовую базу СМП, что обеспечит прирост валового продукта на 28,5 трлн рублей и увеличение налоговых поступлений по всем уровням бюджетной системы Российской Федерации в размере 16,3 трлн рублей.

Ледовитые моря – от Карского до Чукотского – всегда представляли интерес, но были доступны для экспедиционного флота только в короткий навигационный период, как правило с июля по сентябрь. Биологические процессы в период зимнего покоя до последнего времени были слабо изучены, и считалось, что они мало сказываются на биопродуктивности и видовом разнообразии [Атлас ... 2001; Матишов, Дженюк, 2007].

Логистические проблемы на трассе Северного морского пути отрицательно сказываются также на работе промысловиков, военных, транспортников. Вместе с тем нужно отметить, что на севере России началось возрождение морских портов и аэродромов, столь необходимых для заселения огромных заполярных пространств. С освоением этой территории сюда должна прийти и спутниковая связь, высоковостребованная при современных научных изысканиях.

Жизнь и экономика крайнего Севера напрямую зависят от масштабов грузоперевозок по Севморпути, от развития «Атомфлота». Запуск Сабетты и других нефтегазовых комплексов на Ямале обеспечил резкий подъем перевозок на Севморпути до 15–20 млн тонн.



Рис. 4.3. Целевая расстановка ледоколов в ГК «Росатом» в 2025–2035 гг. Картограмма В.В. Рукши



Рис. 4.4. Ледокол «Советский Союз». Советский и российский атомный ледокол проекта 10520 «Арктика», построенный на Балтийском заводе в Ленинграде. Спущен на воду 31 октября 1986 г., введен в эксплуатацию в 1989 г. Использовался Мурманским пароходством

Атомфлот. От развития «Атомфлота» напрямую зависит укрепление Краснознаменного Северного флота, а также объем гражданских грузоперевозок (рис. 4.3). Экипажами атомных ледоколов в историю флота вписано немало ярких страниц. Благодаря эксплуатации первого атомного ледокола «Ленин», вошедшего в строй 3 декабря 1959 г., удалось кардинально пересмотреть вопрос о расширении сроков навигации в Арктике и значительно увеличить объемы грузооборота на трассе Северного морского пути. Стало очевидно и то, что атомные ледоколы открывают новые возможности освоения Арктики. Так, впервые, в 1961 г., дрейфующая полярная станция «Северный полюс – 10» была высажена на лед с ледокола «Ленин» и обустроена при активном участии его экипажа [Из истории атомного ледокольного флота].

Экипаж атомохода «Россия» в 1990 г. впервые совершил рейс с туристами на Северный полюс. После этого подобные рейсы регулярно осуществлялись в течение летнего сезона сначала на атомоходах «Советский Союз» (рис. 4.4), «Ямал», а сейчас и на самом новом атомоходе «50 лет Победы». В 1994 г. По сути ато-

моходы «Россия» и «Ямал» обеспечивали вывод караванов судов, попавших в ледовую западню, по сути, это была аналогичная ситуация той, что произошла в Арктике в 1983 г. К числу сложнейших рейсов можно отнести и проводку из Мурманска в Певек атомоходом «Советский Союз» танкера «Уйкку» с нефтепродуктами для замерзавших жителей восточной Арктики в ноябре – декабре 1998 г.

Морская береговая сеть Росгидромета. В рамках морской береговой наблюдательной сети Росгидромета (рис. 4.5) вот уже более века проводятся систематические стандартные наблюдения за основными параметрами морской среды в прибрежных и устьевых районах океанов и морей. К таким параметрам относятся уровень моря, температура, соленость морской воды, элементы волнения и другие.

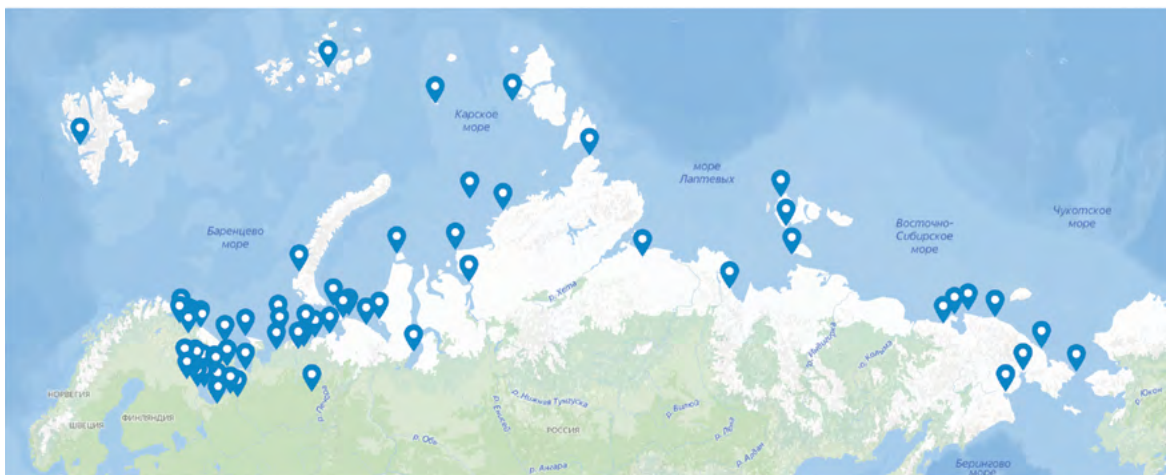


Рис. 4.5. Пункты наблюдений морской береговой наблюдательной сети Росгидромета

Для начала XXI века в Арктике характерен цикл потепления. Но многолетняя, хорошо спланированная пропаганда теории глобального потепления в СМИ принесла свои результаты – ощутимые издержки при эксплуатации Севморпути – как деловые, так и финансовые.

ФГБУ «ГлавСевморпуть» обеспечивает организацию ледокольной проводки судов по маршрутам плавания судов в акватории Северного морского пути (далее – акватория), а также разрабатывает маршруты плавания судов и осуществляет расстановку судов ледокольного флота с учетом гидрометеорологической, ледовой и навигационной обстановки в акватории.

В задачи **ФГУП «Гидрографическое предприятие»** входит навигационно-гидрографическое обеспечение мореплавания по Северному морскому пути, в акваториях морских портов, расположенных на побережье акватории СМП и на подходах к ним, а также в устьевых участках рек Енисей, Хатанга и Колыма с морским режимом судоходства, в целях создания благоприятной навигационной обстановки и обеспечения безопасности плавания судов в акватории СМП. Центр информации по безопасности на море (г. Санкт-Петербург) и Береговая станция НАВТЕКС (п. Тикси) передают необходимую информацию.

Северный морской путь – важнейшая трасса для российской Арктики, в том числе и потому, что в настоящее время в этом регионе активно расширяются коммерческие нефтегазовые работы. Жизнь и экономика Крайнего Севера очень зависимы от развития атомного флота и масштабов грузоперевозок по Севморпути (рис. 4.6). В СССР по нему перевозилось около 7 млн т грузов. В 2020 г. Россия перевезла 32 978 900 т, что на 5 % больше, чем в 2019 г. (рис. 4.7)

Исследование Арктической зоны Заполярья России



Рис. 4.6. Проблемы обеспечения мореплавания по Севморпути

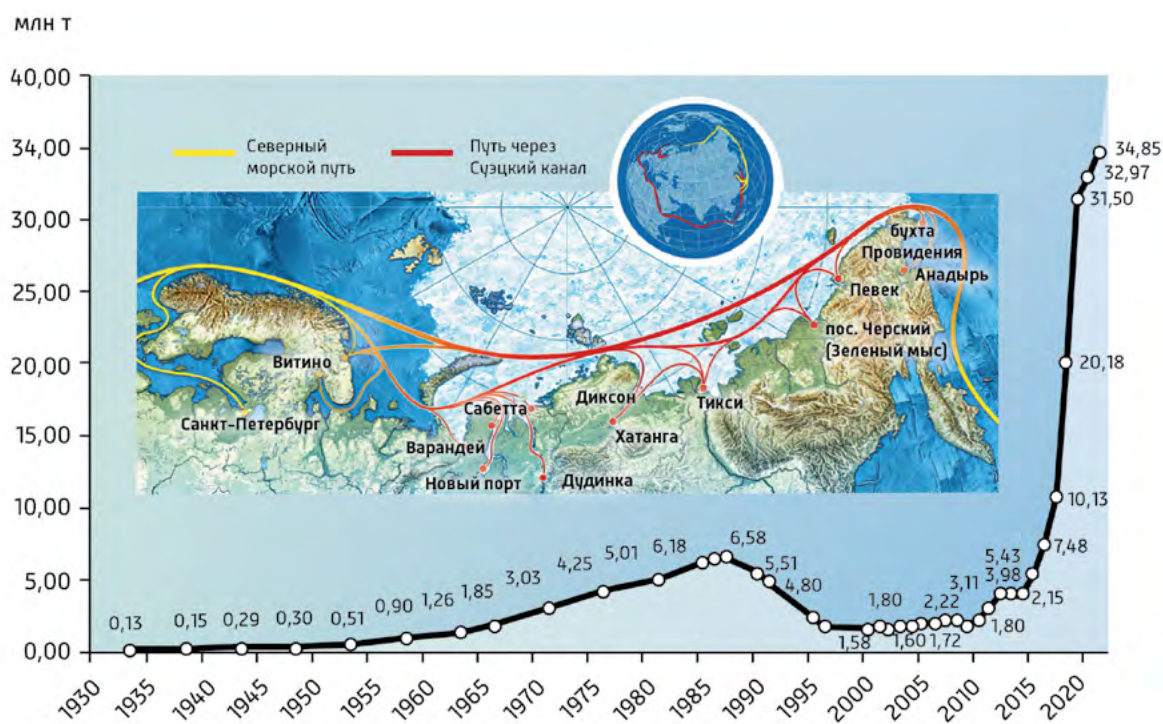


Рис. 4.7. Динамика грузооборота по трассе СМП с 1933 по 2021 г. (по данным ФГУП «Атомфлот», ФГКУ «Администрация Севморпути» и др.)

В этот объем входят и 1 281 000 транзитных тонн, то есть груз, перевезенный между заграничными портами без загрузки в северных портах РФ. В 2021 г. общий грузооборот уже насчитывал около 34 млн т, из которых более 2 млн транзитных тонн, что на 59 % больше, чем в 2020 г. Самые частые перевозки по СМП заказывают Китай, Норвегия, Дания, Германия, Швейцария. К 2024 г. планируется достигнуть объема грузооборота в 80 млн т, к 2030 г. – около 200 млн т.

Общий прирост ВВП от реализации проекта до 2030 г. составит около 30 трлн руб. (прогноз без учета сложившейся ситуации после 24.02.2022). Прежде всего это связано с реализацией проектов по строительству заводов СПГ компании «Новатэк»,

по добыче нефти компаний «Роснефть» и «Газпром нефть», строительству Баимского горно-обогатительного комбината на Чукотке.

К настоящему времени ледокольный флот пополнился двумя атомными ледоколами, сохранив преемственность в названиях: «Арктика» и «Сибирь». Сейчас строятся еще 4 судна: три на Балтийском заводе в Санкт-Петербурге, один на заводе «Звезда» в Приморском крае. В ноябре 2022 г. произошел спуск на воду третьего серийного атомного ледокола «Якутия» (проект 22220) на АО «Балтийский завод».

АЛ «Якутия» принадлежит новому поколению атомоходов, строящихся в рамках обозначенного главой государства курса на обновление атомного ледокольного флота. Планируемые сроки ввода в эксплуатацию и сдачи новых судов – 2024, 2026 и 2027 гг. Вице-премьер РФ А.В. Новак сообщил, что с учетом выбытия трех ледоколов в ближайшей перспективе из-за выработки ресурса до 2030 г. планируется строительство еще шести ледоколов, из них четыре за счет внебюджетных средств и два атомных ледокола и судно перезарядки за счет финансирования из бюджета.

Но не только Россия заинтересована в развитии транспортных перевозок этим маршрутом. Все арктические и даже удаленные от Арктики страны стараются закрепить свои интересы в зоне Северного Ледовитого океана. Например, Китай активно сотрудничает с Россией в целях совместного использования арктических маршрутов в глобальном проекте «Один пояс – один путь», вступает в кооперацию исследований с нашими институтами, строит свои ледоколы и суда ледового класса.

В российском секторе Арктики развивающейся отраслью морского арктического природопользования становится туризм (рис. 4.8). В последние годы атомоход «50 лет Победы» за одну навигацию выполняет 4–5 рейсов из Мурманска к Северному полюсу (через Землю Франца-Иосифа). Однако этот вид туризма ограничен высокой ценой на билеты (27 тыс. долл.), и подобные круизы – фактически капля во льдах Арктики.

Президент РФ В.В. Путин обратил особое внимание на необходимость развития туризма. На повестке дня – организация высокоширотного туризма на атомных ледоколах. Привлечение зарубежных туристов в российскую Арктику положительно отразится на имидже нашей страны. Рассматривая данную перспективу, необходимо четко увязать график работы научных судов по научным программам (в основном это летне-осенний период) с временем их простоя, когда возможно использование научных судов в качестве пассажирских для доставки туристических групп.



Рис. 4.8. Атомоход «50 лет Победы», выполняющий за одну навигацию 4–5 рейсов по туристическому маршруту Мурманск – Северный полюс – Мурманск (через Землю Франца-Иосифа). Рекламный плакат

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Для морского судоходства в Арктике в конце XX – начале XXI в. главным лимитирующим фактором был и остается морской лед (рис. 4.9–4.11). На протяжении 1960–1980-х гг. был построен современный атомный ледокольный флот, создана система гидрографического и гидрометеорологического обеспечения. Это позволило организовать круглогодичную навигацию по западному участку СМП от Мурманска до Енисейского залива, а на его восточном участке – максимально использовать возможности летнего сезона для северного завоза. Экономический кризис 1990-х гг. привел к оттоку населения из Арктической зоны и резкому снижению экономической активности, что отразилось и на морских перевозках.

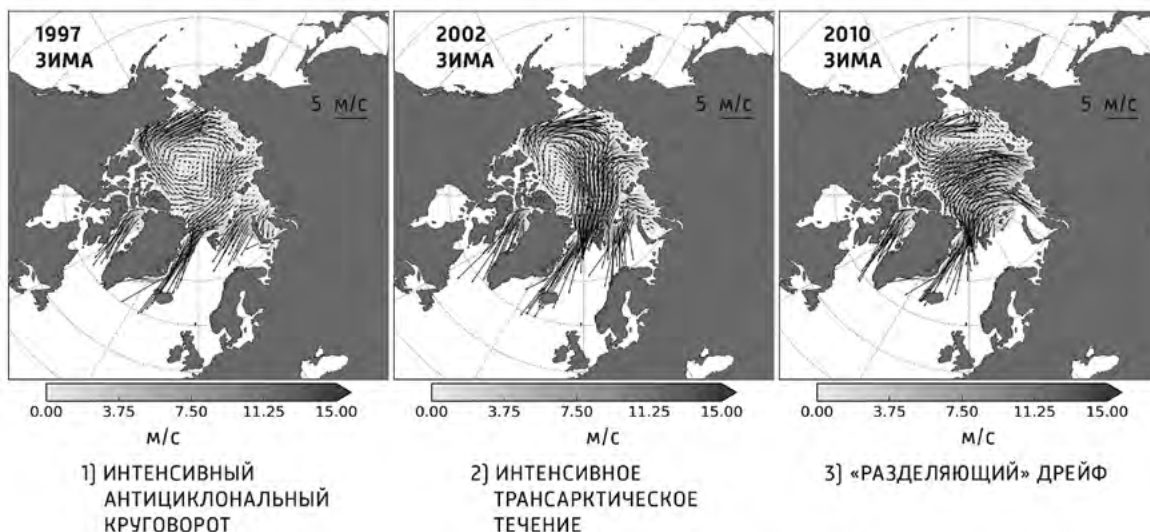


Рис. 4.9. Основные инструменты дрейфа льда в зимнее время (1979–2018 гг.) (по: [Волков и др., 2019])

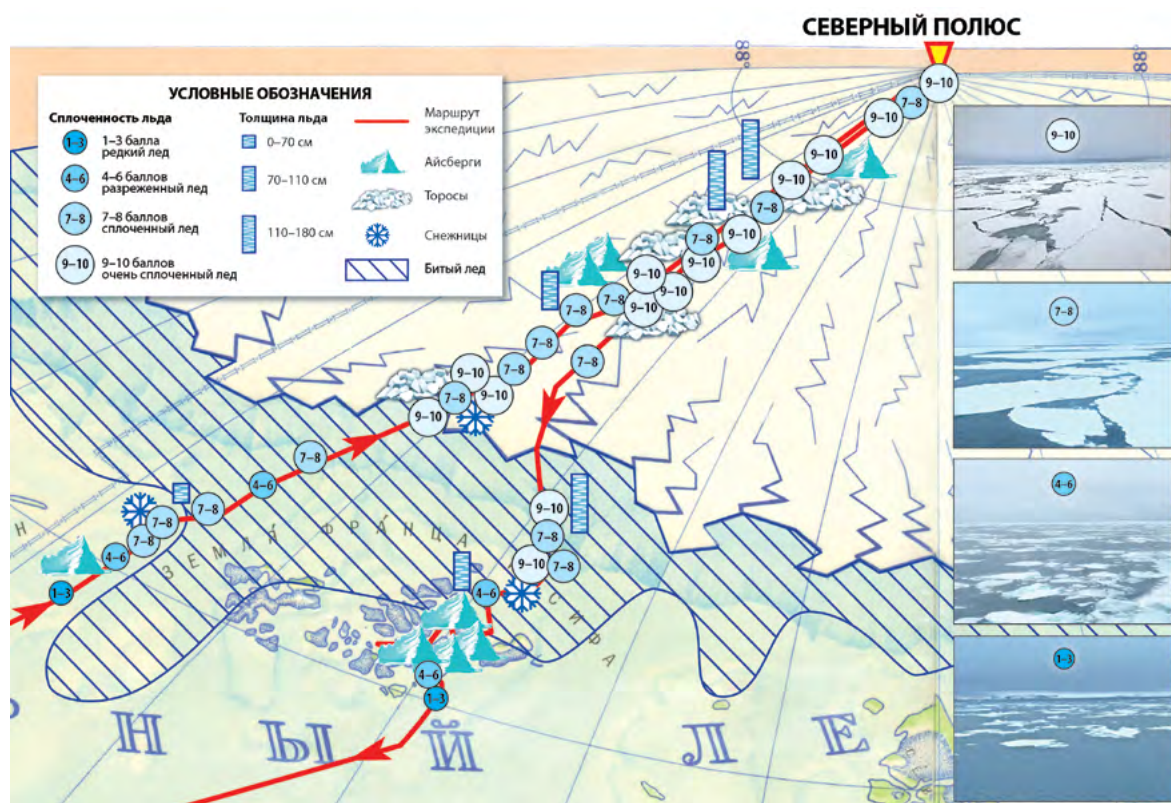


Рис. 4.10. Лед в Центральном Арктическом бассейне в конце августа 2017 г.

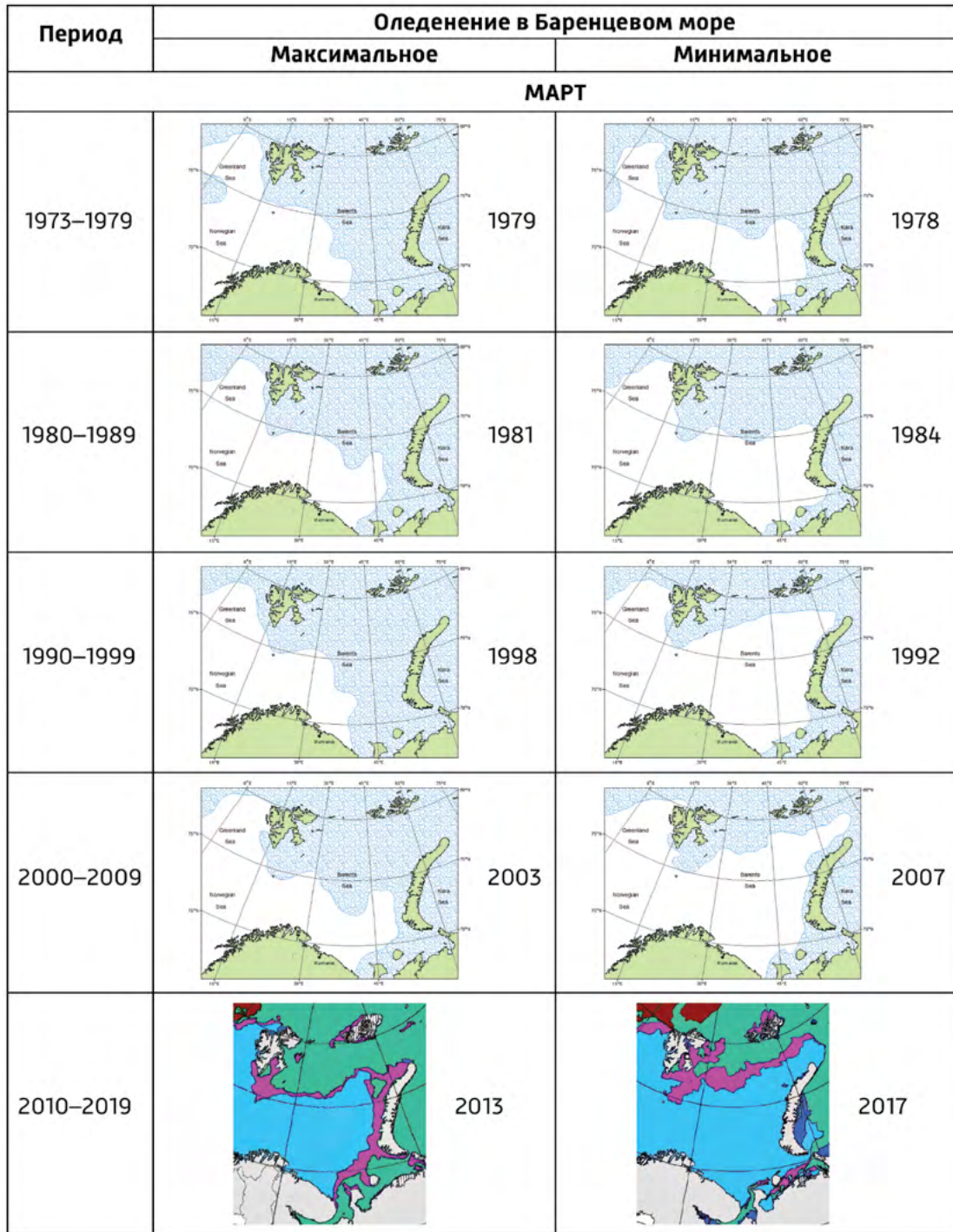


Рис. 4.11. Максимальное и минимальное оледенение в Баренцевом море с 1973 по 2019 гг.

Ледокольная навигация в Арктике становится экологическим фактором, в одних случаях привлекающим, а в других – отпугивающим морских млекопитающих и птиц. Регулярные походы ледоколов и караванов судов сопровождаются разрушением ледяного покрова и образованием искусственных полыней, что нарушает среду обитания тюленей и делает их более доступными для хищников. Кроме того, белых медведей и других животных привлекают морские суда как возможный источник пищи.

Малоизученным фактором воздействия на ледовые экосистемы является само судоходство по СМП. Существование постоянного транспортного коридора во льдах способствует привыканию диких животных к человеку, в частности белых медведей

Исследование Арктической зоны Заполярья России

и птиц, к доступной пище. Разумеется, такая антропогенная зависимость медведей нарушает природный ход экосистемных процессов и опасна для обеих сторон. Значение этого фактора будет возрастать по мере роста морских перевозок и освоения новых высокоширотных маршрутов в арктических морях.

Китай уже не первое десятилетие ищет возможности более удобной логистики для экспорта и импорта в Европу. В целях интенсификации судоходства, он разработал целый ряд проектов под общим названием «Новый шелковый путь».

Первым китайским научно-исследовательским судном ледового типа стал «Сюэ-лун» (Xue Long), что переводится как «Снежный дракон» (рис. 4.12). Проект 10621 «Иван Папанин», на котором базировалось строительство, нам очень хорошо знаком: он был разработан советскими конструкторами в качестве модернизации предыдущего ледокольного хита, проекта 10620 (тип «Витус Беринг»). Первое судно имело длину 166,4 м, ширину 22,9 м, высоту борта 13,5 м, осадку в 9 м и водоизмещение в 21 тыс. т. В машинном отделении был главный двигатель мощностью 13,2 МВт с прямым приводом на ВРШ. Скорость – 16,7 узлов.



Рис. 4.12. КНР строит свой собственный ледокольный флот

«Снежный дракон» довольно активно эксплуатируется. Он участвовал в целом ряде арктических и антарктических экспедиций. В Арктике он преодолел Северный морской путь в направлении с востока на запад: вышел из Циндао, прошел расстояние 2894 морских миль и финишировал в Исландии. Однако шел он не в одиночку – его скромные, по сравнению с российскими титанами, возможности в плане ледопроеходимости такие риски не позволяют. Поддержку китайскому судну оказывал российский атомный ледокол «Вайгач» (рис. 4.13).



Рис. 4.13. А/л «Вайгач»

В 2016 г. произошло важное событие: в КНР был заложен первый в истории этой страны собственный гражданский ледокол (второй «Снежный дракон»). На его строительство выделили около 153 млн долл., и спустя три года произвели судно, мощность которого позволяет преодолевать льды толщиной до 1,5 м. Построили его на верфи Цзяннаньского судостроительного завода (Jiangnan Shipyard) в Шанхае.



Рис. 4.14. Вариант развертывания системы мониторинга в Арктике

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Ледовая океанография. Современная океанология и климатология обязаны обратить внимание на приоритеты науки и техники в интересах мореплавания по Севморпути (от Ямала до Чукотки). Очевидно, лед в XXI в. на трассе СМП сохранится (рис. 4.15). В связи с чем необходимо строить новые ледоколы. Одновременно надо брать во внимание, что сегодня проблемы логистики на трассе Севморпути отягощают работу всех отраслей. Важными задачами являются возрождение портов, убежищ и аэродромов на Севморпути; обеспечение населенных пунктов надежной сотовой и спутниковой связью (рис. 4.15); улучшение качества медицинских услуг (рис. 4.16).

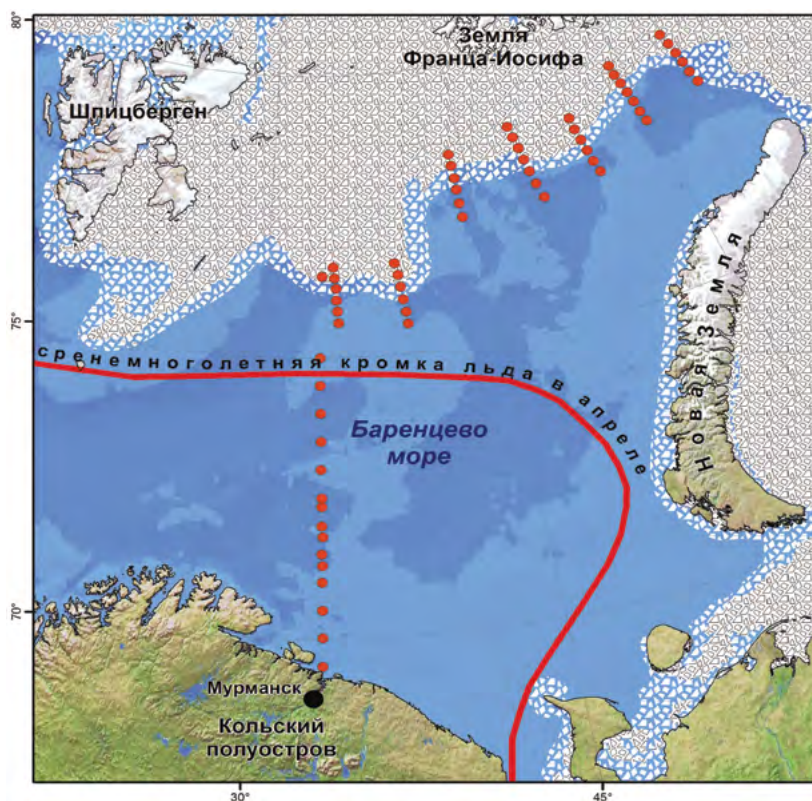


Рис. 4.15. Станции (обозначены красными кружками) экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы» в апреле 2016 г. Фактическая и среднеголетняя кромка льда

1	ПРИНЦИПЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СЕВМОРПУТИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ ГАЗОВОЗОВ (водоизмещение 100, 200, 300 тыс. т и более)
2	СТАТИСТИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ СИБИРСКИХ МОРЕЙ [XX–XXI вв.]
3	РЕКОНСТРУКЦИЯ КРУГЛОГОДИЧНОЙ НАВИГАЦИИ ВО ЛЬДАХ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ (по декадам, месяцам, сезонам, годам, до 2035 г.)
4	ЭКОНОМИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПРОГНОЗ ДВИЖЕНИЯ СЕВМОРПУТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЛЬДА

Рис. 4.16. Приоритеты науки и техники в интересах мореплавания по Севморпути (от Ямала до Чукотки)

Такой подход, безусловно, будет способствовать реализации Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 г. и Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г., утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2021 г. № 996-р.

За этим следует развитие атомной энергетики, включая атомные энергетические установки действующих и проектируемых ледоколов, транспортных судов, плавучие энергетические блоки атомных тепловых электростанций (ПАТЭС). (Первый из них – «Академик Ломоносов» – установлен в порту Певек в 2019 г.).

Очевидно значение морей Западной Арктики для обороны страны. В «Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года» важнейшие задачи Арктического регионального направления относятся к Баренцеву морю и прилегающим водам.

4.2. Комплексные исследования по трассе Севморпути на атомных ледоколах (опыт ММБИ 1996–2013 гг.) в регионы Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского морей

В современных условиях Россия в целях обеспечения своих геополитических и экономических интересов должна постоянно поддерживать активное присутствие в арктическом регионе. Это присутствие выражается в проведении научных исследований, разведке и добыче полезных ископаемых, обеспечении морских грузоперевозок с использованием ледоколов и специализированных ледокольно-транспортных судов, наращивании военно-морских сил в Арктике (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Военно-политическая активность России в Евразийском секторе Арктики

С точки зрения потенциальных запасов углеводородов, минерального сырья и других полезных ископаемых значение Арктической зоны для России трудно переоценить. Северный морской путь как национальная транспортная коммуникация России в Арктике имеет исключительно важное значение для обеспечения дальнейшего



развития экономики северных регионов и государства в целом. Помимо этого, в перспективе освоение высокоширотной транзитной Арктической судоходной магистрали, которая может служить альтернативой существующим межконтинентальным транспортным связям между странами Атлантического и Тихоокеанского бассейнов через Суэцкий и Панамский каналы. В связи с этим необходимо обновление как транспортного, так и научного флота (рис. 4.18).

Рис. 4.18. Масштабы мирового судостроения

Однако в условиях возросшего интереса к арктическому региону, в частности к западному сектору российской Арктики (Баренцево и Карское моря), и в связи с высокой интенсивностью морехозяйственной деятельности проявляется негативное воздействие на экосистемы этих морей. Для того чтобы спрогнозировать и минимизировать риск угроз стабильному развитию морской арктической экосистемы, необходимо проводить круглогодичный экологический мониторинг.

Мурманский морской биологический институт (ММБИ) развивает экосистемный подход при исследованиях с 1935 г. Как и многие крупные морские институты, ММБИ имеет полный арсенал средств и технологий для изучения больших морских экосистем. Исследования охватывают все ключевые компоненты среды и биоты.

С 1996 г. ММБИ проводит попутные наблюдения по трассе Северного морского пути и на прилегающих морских акваториях с борта атомных ледоколов и транспортных дизель-электроходов ледового класса [Биология и физиология ... 2008; Матишов и др., 2005а; 2008; Матишов, Дженюк, 2007] (рис. 4.19, 4.20).

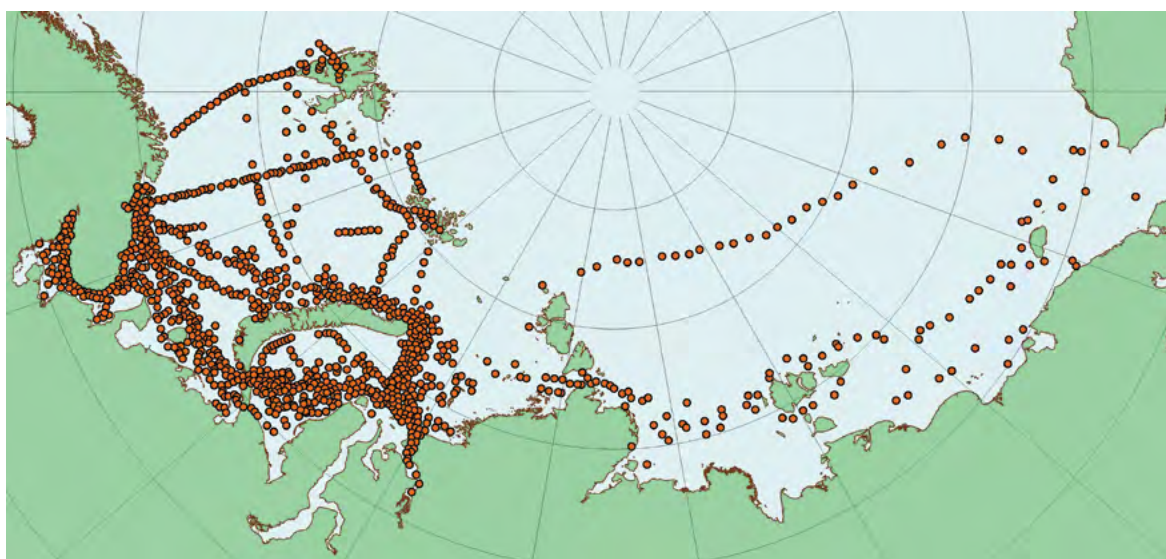


Рис. 4.19. Биоокеанологические станции в экспедициях ММБИ 1996–2013 гг. на научно-исследовательских и попутных судах



Рис. 4.20. Флагманы ледокольного флота России и Германии. Совместные исследования в российской Арктике

Приоритетом являются зимние съемки на атомных ледоколах, их сделано более сорока на трассе Севморпути. В результате наблюдений получены новые знания о труднодоступных ледовых экосистемах. Стали ясны новые закономерности их функционирования в условиях зимы на протяжении восьми месяцев. В практических исследованиях биологии моря, океанографии, а также в военно-морской разведке будут еще активнее внедряться технологии космического мониторинга, дрейфующие буи, датчики, закрепленные на морских животных, и прочие дистанционные способы сбора информации (рис. 4.21). Но при этом ледоколы в период зимнего сезона, который в Арктике длится в течение девяти месяцев, в условиях морского и пакового льда незаменимы.

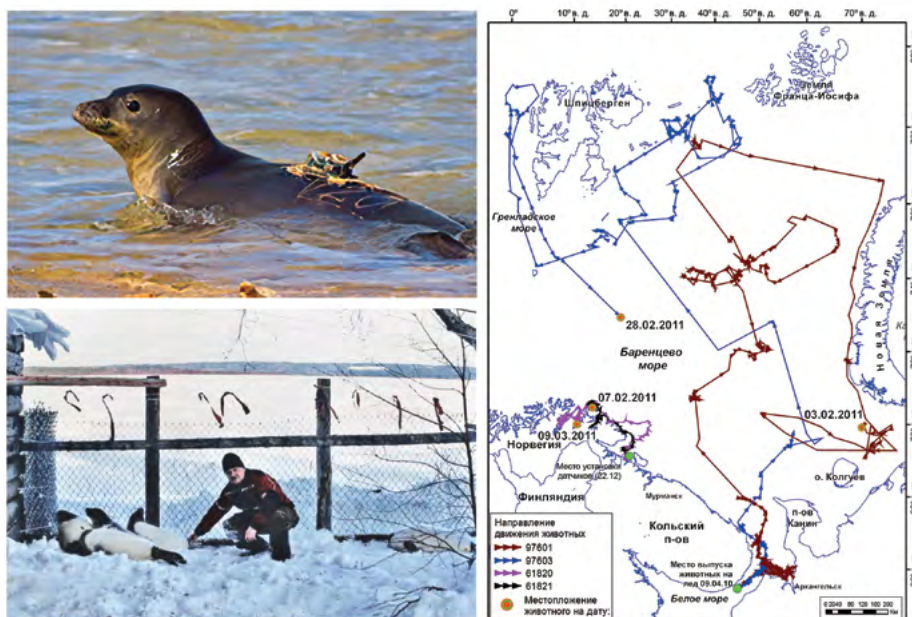


Рис. 4.21. Передвижения двух гренландских тюленей с метками № 97601, 97603 и двух серых тюленей с метками № 61820, 61821, по данным спутниковой телеметрии «ARGOS» с 9 апреля 2010 г. по 9 марта 2011 г.

В поле зрения специалистов ММБИ находится учет китообразных (рис. 4.22) и других морских млекопитающих. Так, в результате ледокольных наблюдений в Карском море стало ясно, что зоогеографическая граница тюленя-хохлача проходит не по меридиану Белого моря, как считалось ранее, а на траверзе Енисейского залива (рис. 4.23).



Рис. 4.22. Места наблюдений китообразных в Баренцевом море 30 января 2012 г. – 16 марта 2013 г.

Программа исследований труднодоступных районов Арктики продолжается. Она уже заняла важное место в ряде национальных научных программ и признана одним из перспективных направлений исследований в рамках Третьего международного полярного года [Матишов, 2007].

Представленные данные основываются на научных результатах экспедиции, выполненной на борту дизель-электрохода «Норильский никель» в апреле – мае 2014 г. Целью экспедиции являлось проведение экологических, гидрологических и радиоэко-

логических исследований акваторий северных морей по трассе Севморпути. Ученые выполняли задачи по определению гидрологических параметров воды; оценке видового состава, распределения и численности морских млекопитающих и птиц; отбору проб воды на определение концентраций радионуклидов.

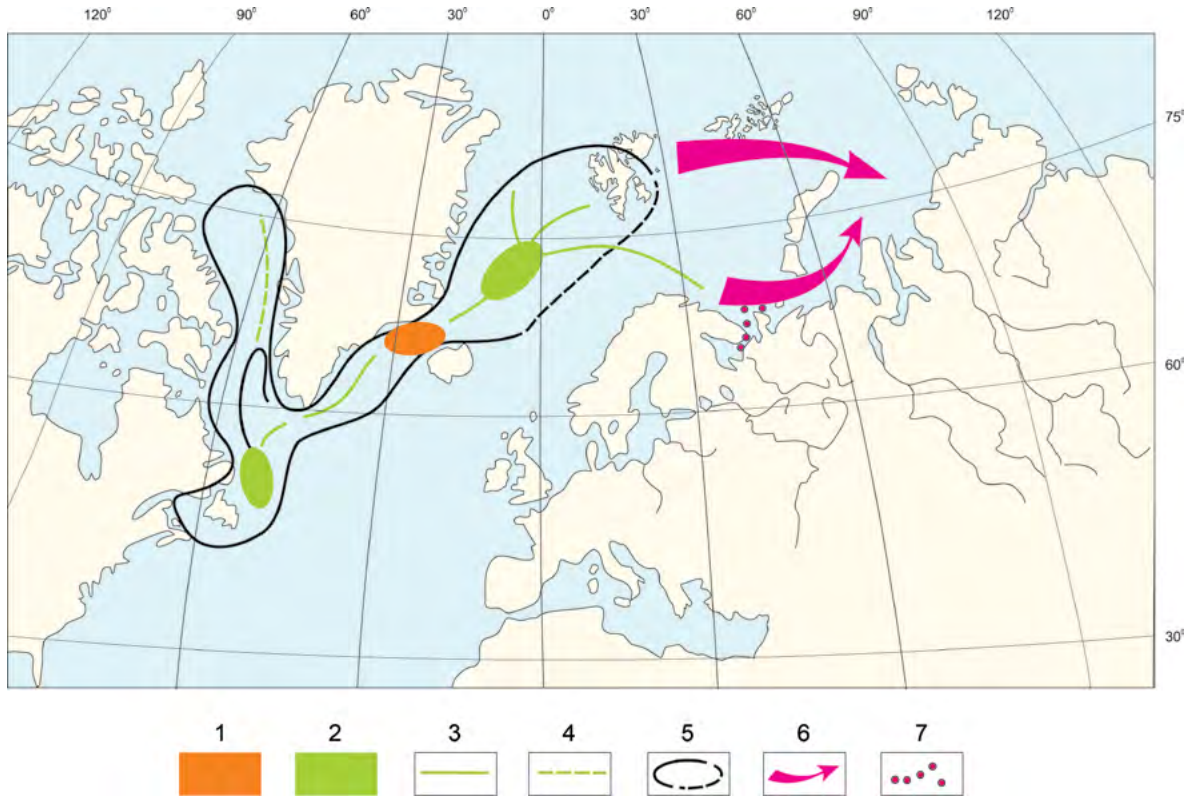


Рис. 4.23. Ареал тюленя-хохлача в Арктике (по данным ММБИ РАН)

Примечание. Изменения ареала хохлача в XX в.: 1 – районы размножения; 2 – район линьки; 3 – предполагаемые пути миграции; 4 – в том числе припльода (по: [Rasmussen, 1960]; 5 – границы ареала, в том числе вероятные; 6 – возможные современные пути миграции хохлача в западную часть Карского моря; 7 – места заходов в воды РФ

Самостоятельный интерес представляют новые наблюдения за популяцией белого медведя южной части Карского моря и объектами его питания – кольчатой нерпой и морским зайцем.

Излагаются опыт организации и результаты мониторинга белого медведя экспедиционными группами ММБИ на трассе Севморпути.

Мониторинг белого медведя – важная задача при изучении Арктики. Состояние популяций крупных млекопитающих служит важнейшим показателем здоровья морских и наземных экосистем. На них прямо или косвенно влияют все факторы окружающей среды – климат, уровни загрязнения, пищевые ресурсы, промысел, внутривидовая и межвидовая конкуренция. Эти животные, как правило, немногочисленны и нуждаются в большом жизненном пространстве, что в современном мире бывает труднодостижимо. Поэтому многие виды крупных млекопитающих отнесены к числу редких и исчезающих, и мониторингу и охране таких видов всегда уделяется особое внимание.

В арктических экосистемах уникальное место принадлежит белому медведю, который занимает вершину трофической пирамиды и известен человеку на всем протяжении заселения и освоения Арктики. Белый медведь как консумент высшего порядка

Исследование Арктической зоны Заполярья России

морских и прибрежных арктических экосистем давно привлекает внимание ученых [Горбунов и др., 1987; Матишов и др., 2000]. В силу труднодоступности местообитаний этого охраняемого вида животных его биология изучена недостаточно.

Данные с трудом добывались в основном в летний период или в районах расположения полярных станций [Паровщиков, 1967; Успенский и др., 1985; Овсяников, 1985 и др.] и в период ведения промысла – до введения охранных мер в 1957 г. Впервые регистрацию белых медведей в зимний период в 1893–1896 гг. провели участники экспедиции Ф. Нансена во время дрейфа на судне «Фрам» и санного перехода во льдах [Нансен, 2007]. Современные дорогостоящие технические средства позволяют получать данные о биологии белых медведей при помощи авиации и спутников. Однако исследования проводятся редко и нерегулярно.

Ареал белого медведя охватывает все моря, материковые и островные побережья Северного Ледовитого океана. Половина из 14 территорий, называемых «родильными домами» белых медведей, находится в российской Арктике (рис. 4.24). Минимальная общая численность медведей в Арктике в середине XX в. (до введения запретов на охоту) оценивалась в 10 тыс. особей, по современным данным она составляет 20–25 тыс. [Polar bears, 2009; Матишов и др., 2013]. Кроме того, слабая географическая изоляция отдельных популяций является одной из причин, которая ставит под угрозу сохранение вида.

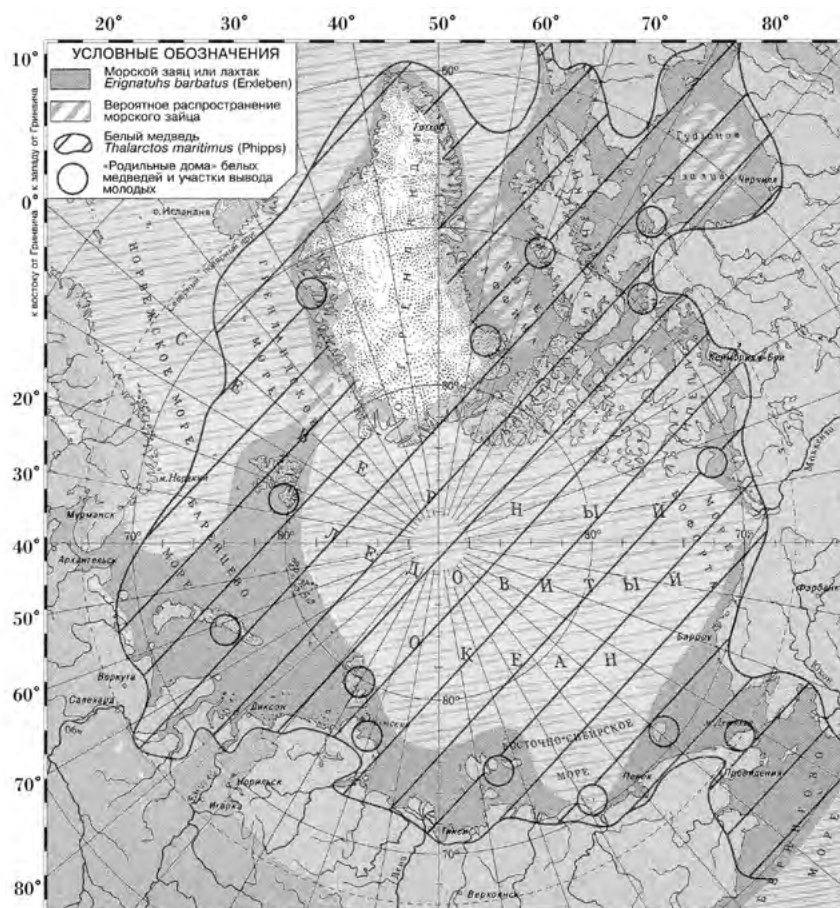


Рис. 4.24. Ареалы белого медведя и объекта его питания – морского зайца [Атлас Арктики, 1985]

В последние годы судьба белого медведя как вида вызывает повышенный общественный интерес, обсуждается в научных публикациях и в СМИ. Ожидается, что в условиях современного цикла потепления Арктики уменьшение площади и толщины морских льдов приведет к сокращению ареалов животных, образующих пи-

щевую базу белого медведя. На южной границе распространения вида раннее таяние и позднее замерзание увеличат период, в течение которого медведи вынуждены жить на суше, где их возможности добыть пищу ограничены [Anisimov et al., 2007]. Расширяются водные пространства, которые медведи вынуждены преодолевать в ходе сезонных миграций.

Однако многолетняя динамика ледяного покрова арктических морей не так однозначна, как представлялось ранее. После 2012 г. наметилась тенденция возвращения к климатической норме. Так, в первой декаде июля 2012 г. Карское море уже было почти свободно ото льда, а в 2014 г. в тот же период оно было покрыто льдом более чем на 50%. Ледовые перемычки закрывали Обскую губу и Енисейский залив (рис. 4.25, 4.26).

Стабильность популяций белых медведей зависит не только от многолетних тенденций общей ледовитости, но и от изменений ледяного покрова в сезонном и синоптическом масштабах. Как показывают данные спутниковых ледовых карт, в окрестностях арктических архипелагов изменчивость ледяного покрова в летне-осенние месяцы очень высока даже в условиях устойчивого ледового режима. Поэтому есть основания полагать, что белые медведи, лаастоногие и другие представители морской фауны хорошо адаптировались к аномалиям разного масштаба.

Помимо климатической динамики, на состояние и численность популяции воздействуют и другие природные и антропогенные факторы – атмосферные переносы; загрязнение морской среды речными стоками и сбросами с судов и буровых платформ, промышленными и бытовыми отходами прибрежных населенных пунктов; беспокойство животных; нелегальный промысел [Беликов, 2011].

В настоящее время масштабы каждого из этих факторов невелики и уровни загрязнения среды в местах обитания медведей не достигают опасных значений. Вместе с тем определенное опасение вызывает накопление в тканях медведей ряда стойких поллютантов: хлорорганических соединений, тяжелых металлов, радионуклидов [Беликов, 2011; Матишов и др., 2013].

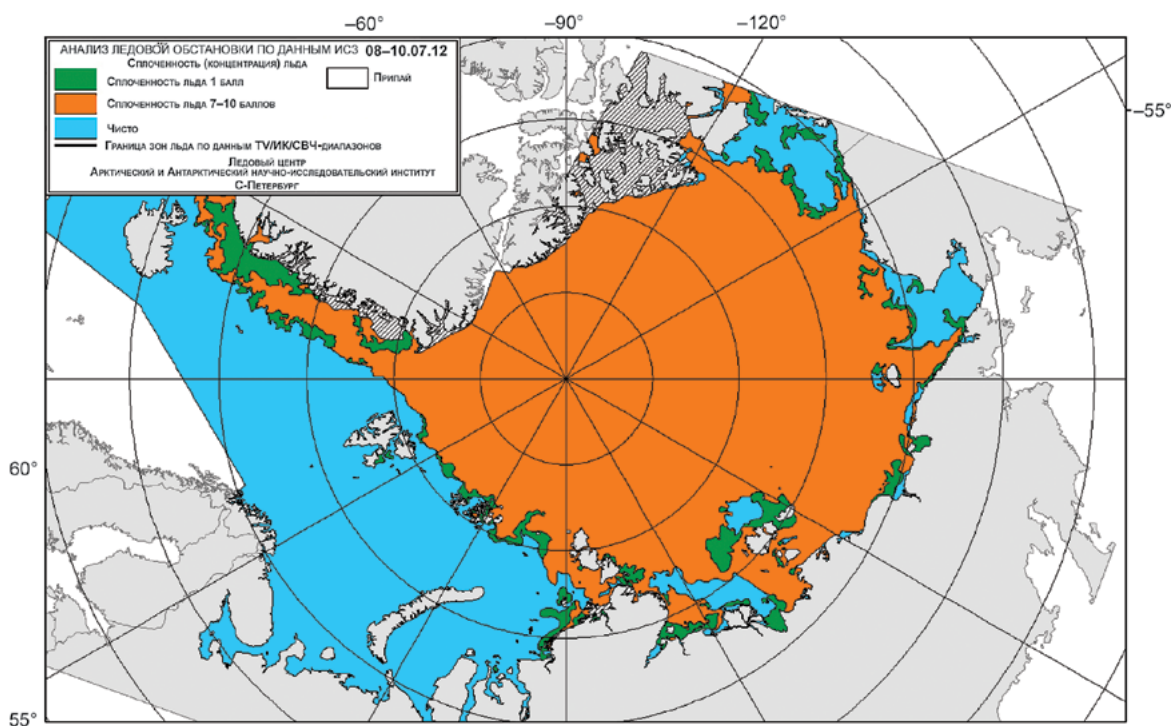


Рис. 4.25. Ледяной покров Северного Ледовитого океана 08–10 июля 2012 г. (ледяной тромб в проливе Вилькицкого)

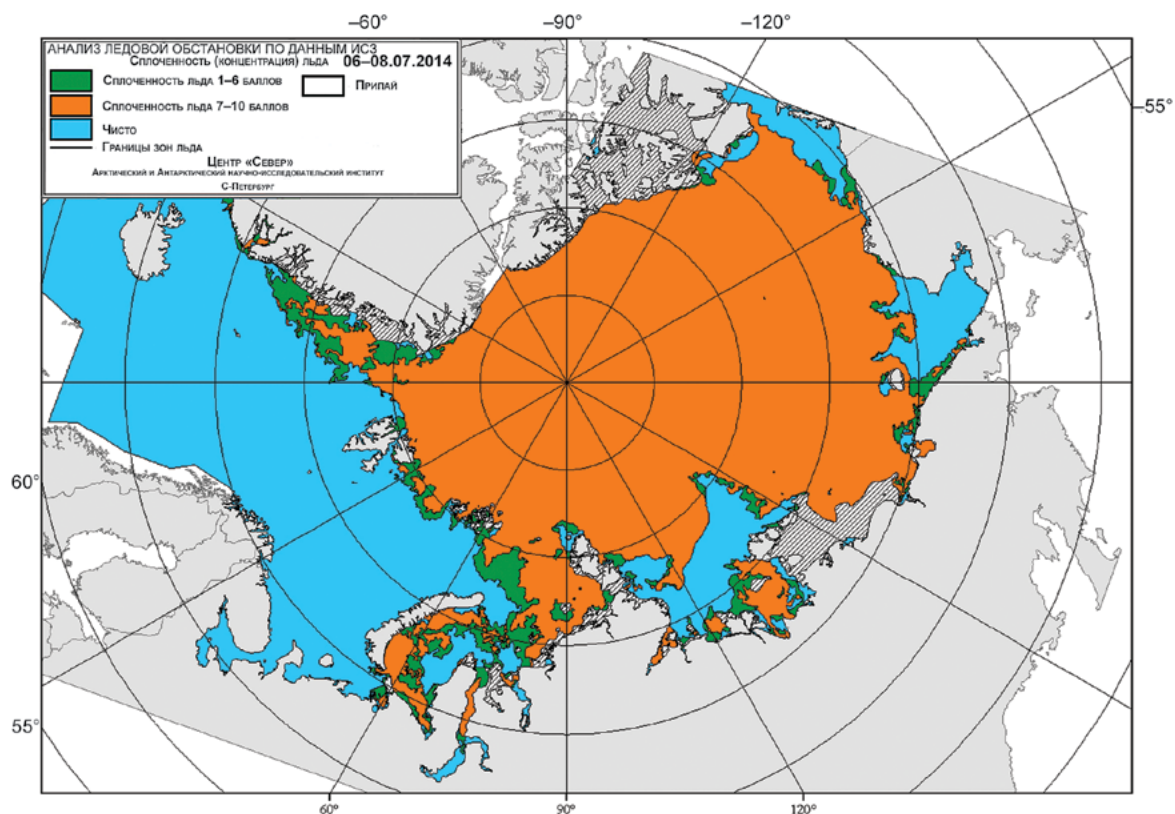


Рис. 4.26. Ледяной покров Северного Ледовитого океана 06–08 июля 2014 г.

Кроме того, по мере освоения нефтегазовых месторождений шельфа, роста танкерных перевозок и строительства береговых нефтяных терминалов (в Печорском море, на Ямале) повышается риск нефтяного загрязнения, в том числе от возможных аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. Эти виды морской деятельности сокращают жизненное пространство популяции и служат фактором беспокойства животных.

Охота как источник самообеспечения местного населения почти везде утратила свое значение. Однако с развитием арктического туризма и ростом платежеспособного спроса повышается уязвимость белого медведя как экзотического вида. Добыча медвежьих шкур, отлов медвежат в качестве живых игрушек практиковались еще в советское время и, по-видимому, не прекратятся и в будущем.

Во взаимодействии с человеком белый медведь является не только страдающей стороной, но и источником опасности. В истории полярных исследований и хозяйственной деятельности в Арктике зафиксировано множество случаев нападения медведей на человека, нередко со смертельным исходом. В современных условиях в Арктику попадает всё больше неподготовленных людей – туристов любого возраста, рабочих-вахтовиков, студентов, искателей приключений и т.д. В экспедициях ММБИ также возникали ситуации, которые, хотя и не создавали непосредственной опасности для ученых, но свидетельствовали об отсутствии у медведей страха перед человеком и его техникой (рис. 4.27).

Как следует из изложенного, мониторинг популяций белого медведя во всех аспектах его жизнедеятельности (численность и состав групп, миграции, питание и анализ пищевого поведения, размножение, этология) является одной из важнейших задач полярных исследований. При этом данные, полученные с использованием любых средств мониторинга, имеют научную и практическую ценность.



Рис. 4.27. Отсутствие у белого медведя страха перед стоящим судном – возможный источник конфликтов и негативного воздействия на вид [Матишов и др., 2013]

Большой объем данных в недавнем прошлом был получен с использованием материалов аэрофотосъемок ледяного покрова арктических морей. В настоящее время ледовую информацию получают преимущественно с использованием космического зондирования. В практику мониторинга белых медведей, как и других видов млекопитающих, вошло отслеживание миграций отдельных особей, оснащенных спутниковыми метками [Беликов, 2011; Матишов и др., 2014].

Мурманский морской биологический институт проводит наблюдения за белыми медведями на атомных ледоколах с 1996 г. Суда ФГУП «Атомфлот» являются уникальными платформами для проведения маршрутных учетов морских млекопитающих в высоких широтах [Матишов и др., 1996, 2000] (рис. 4.28, 4.29). Во время плановых выходов ледоколов для проводки судов на них размещалась экспедиционная группа ММБИ. До 2004 г. ледоколы проходили по всей трассе Северного морского пути от Мурманска до



Рис. 4.28. Ледоколы «Арктика» и «Ямал» – идеальные платформы для ледовых наблюдений



Рис. 4.29. Встреча во льдах
(справа а/л «Ямал»)

льда составляло 20–30 м. Значительная часть работ проводилась в условиях полярной ночи. При благоприятных метеорологических условиях мощная осветительная техника позволяет обнаружить следы животных на расстоянии до 300 м, а в ряде случаев – и самих животных. С наступлением светлого времени суток полоса учета увеличивается до 1000 м и более по каждому борту судна. Для определения дистанции до обнаруженных животных использовался угломер (клинометр). Штурманская группа оказывала содействие в проведении наблюдений. Фиксировались дата, время и координаты учетного маршрута, места обнаружения белых медведей или их следов, дистанция проявления оборонительной реакции (избегания), особенности ледовой обстановки.

Особое внимание уделялось описанию поведения одиночных животных или их семейных групп, возраст медвежат (сеголеток, лончак). Направление движения животных или их следовых ходов определялось по компасу. Текущие координаты снимались при помощи GPS-приемников. Кроме того, регистрировались сведения, относящиеся к кормовой базе белых медведей – места лежки, лазки и продухи ластоногих. Также отмечались песцы, их следы, птицы.

Наблюдения за поведением животных проводились с помощью бинокля (10–30 × 25). В подавляющем большинстве случаев регистрировались свежие следы белых медведей, поскольку старые следы постоянно заносятся снегом (рис. 4.30). Использование в перспективе портативных тепловизоров сможет повысить точность учетов.



Рис. 4.30. Следовая цепочка белого медведя на льду Карского моря

Этологическое загрязнение. По мнению большинства наблюдателей, во время движения судна белые медведи начинают проявлять реакцию избегания при приближении ледокола к ним на дистанцию не менее чем 300–200 м (рис. 4.31).



Рис. 4.31. Белый медведь, убегающий от ледокола

Однако для белых медведей представляет опасность так называемое этологическое загрязнение – модификация поведения под влиянием человека. Данные наблюдений за поведением медведей при встречах с ледоколами свидетельствуют об их привыкании к судам и невысоком уровне беспокойства. И хотя увеличение интенсивности ледовых плаваний на трассе Севморпути во все сезоны, скорее всего, не окажет прямого негативного воздействия на белых медведей, животные могут становиться «помойщиками» из-за склонности к попрошайничеству.

Так, во время ледовых стоянок было отмечено, что одиночные половозрелые особи, вероятно, уже имевшие «позитивный» опыт общения с человеком, приближались к борту ледоколов (рис. 4.32). Они обходили судно и нередко вставали на задние лапы у борта в ожидании подачки. Кроме того, в ноябре 2005 г. самка с двумя лончками в течение четырех суток находились



Рис. 4.32. Белые медведи у борта судна

Исследование Арктической зоны Заполярья России

вблизи а/л «Советский Союз», находящегося на «дежурной» стоянке во льдах, они периодически подходили к борту судна, подбирали пищевые отходы. Отмечено, что проходящие одиночные половозрелые медведи не подходили близко к этой семейной группе. Лишь один из них приблизился к медвежатам, спровоцировав этим самку на проявление активно-оборонительной реакции.

Учитывая отсутствие страха перед человеком, подобные ситуации чреваты конфликтами с животными, а также гибелью от браконьерства. Как показали наблюдения на ледоколах, пищевая зависимость медведей в настоящее время выражена незначительно, однако ситуация может измениться с ухудшением кормовой базы медведей.

Назрела необходимость в создании нормативного документа, который бы регламентировал поведение экипажей атомных ледоколов и проводимых ими судов, для минимизации антропогенного воздействия на животных и их поведение.

Оценка плотности распределения белых медведей проводилась как по результатам их визуальной регистрации, так и по количеству наследов на свежем снегу во время движения ледокола, скорость которого могла достигать 12 узлов. Такой способ применяется в практике зимних маршрутных учетов [Челинцев, 2000]. Оба способа позволяют получить сопоставимые наборы данных, о чем свидетельствуют свои результаты (рис. 4.33, 4.34, 4.35).

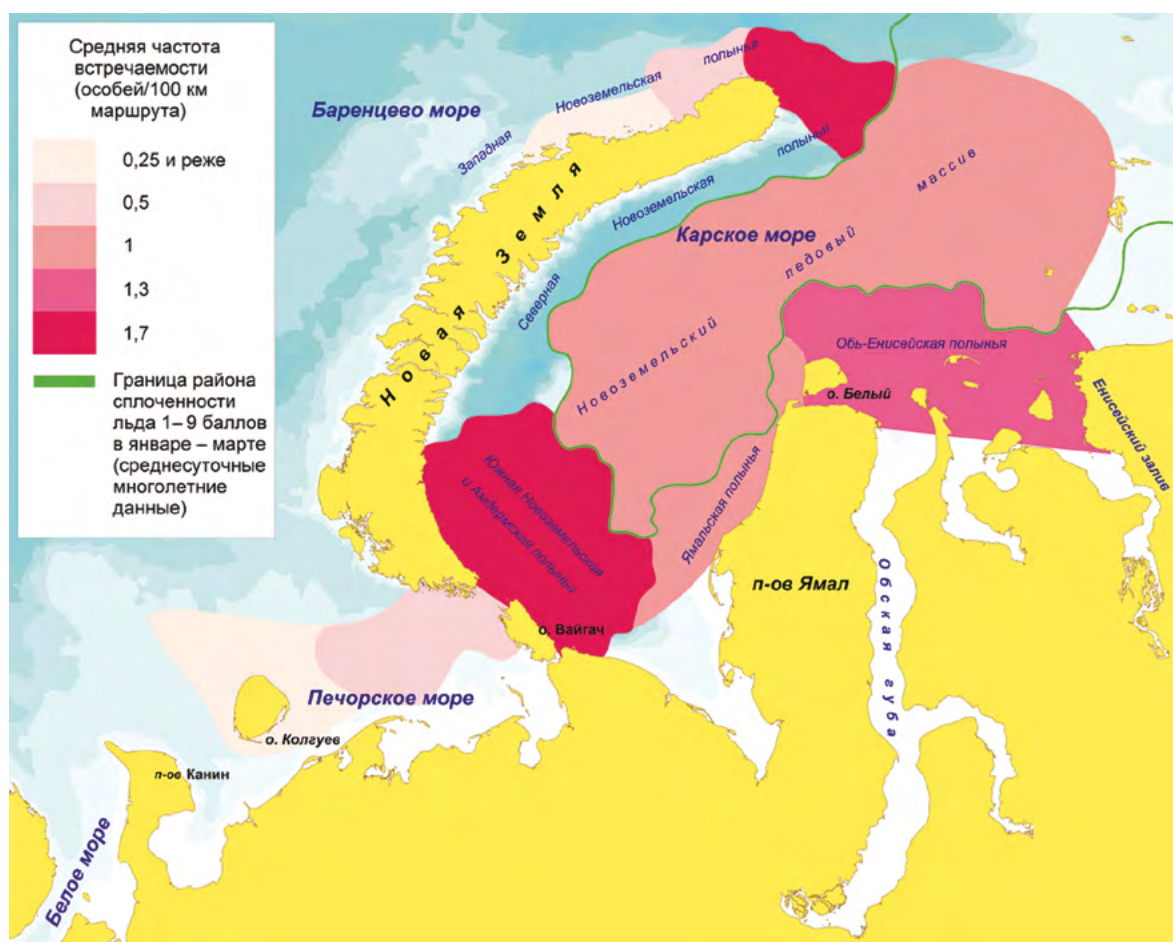


Рис. 4.33. Плотность распределения белых медведей на востоке Баренцева моря и на западе Карского моря (по результатам судовых учетов 1997–2013 гг.) [Матишов, Баданин и др., 2014]

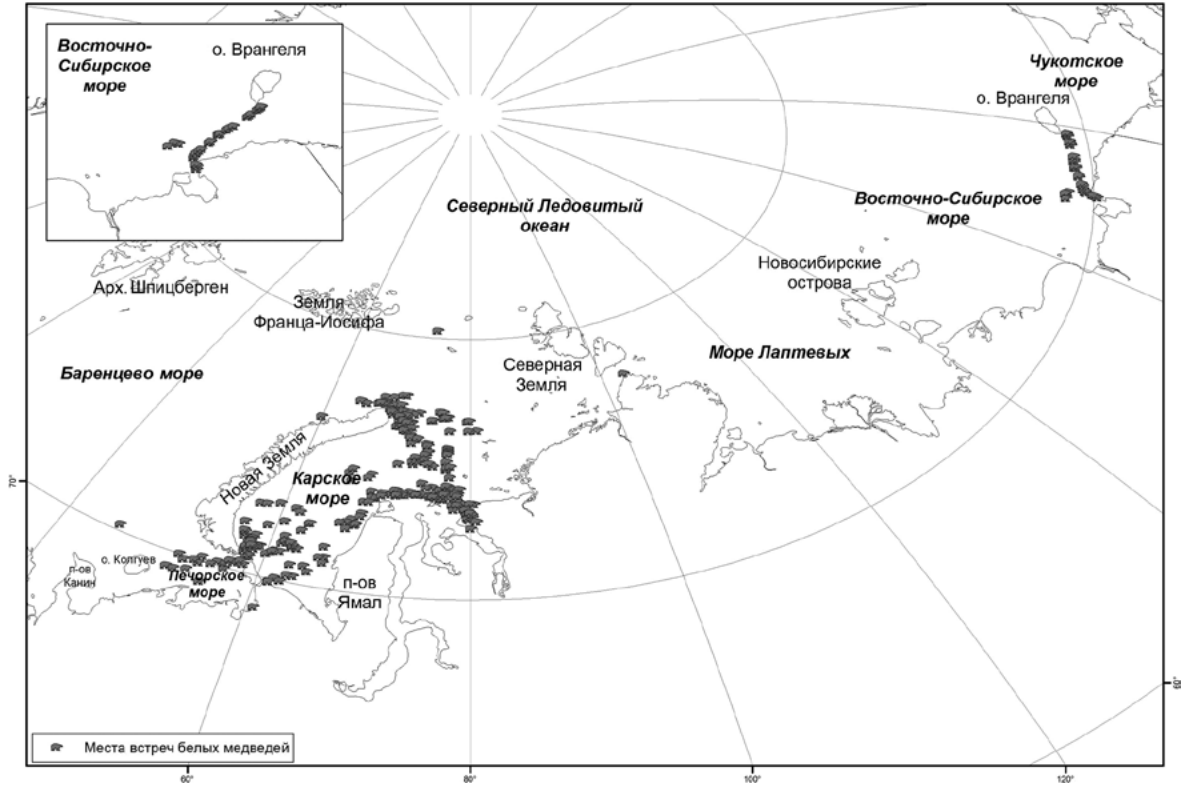


Рис. 4.34. Результаты судовых учетов белых медведей в ходе экспедиций ММБИ на атомных ледоколах

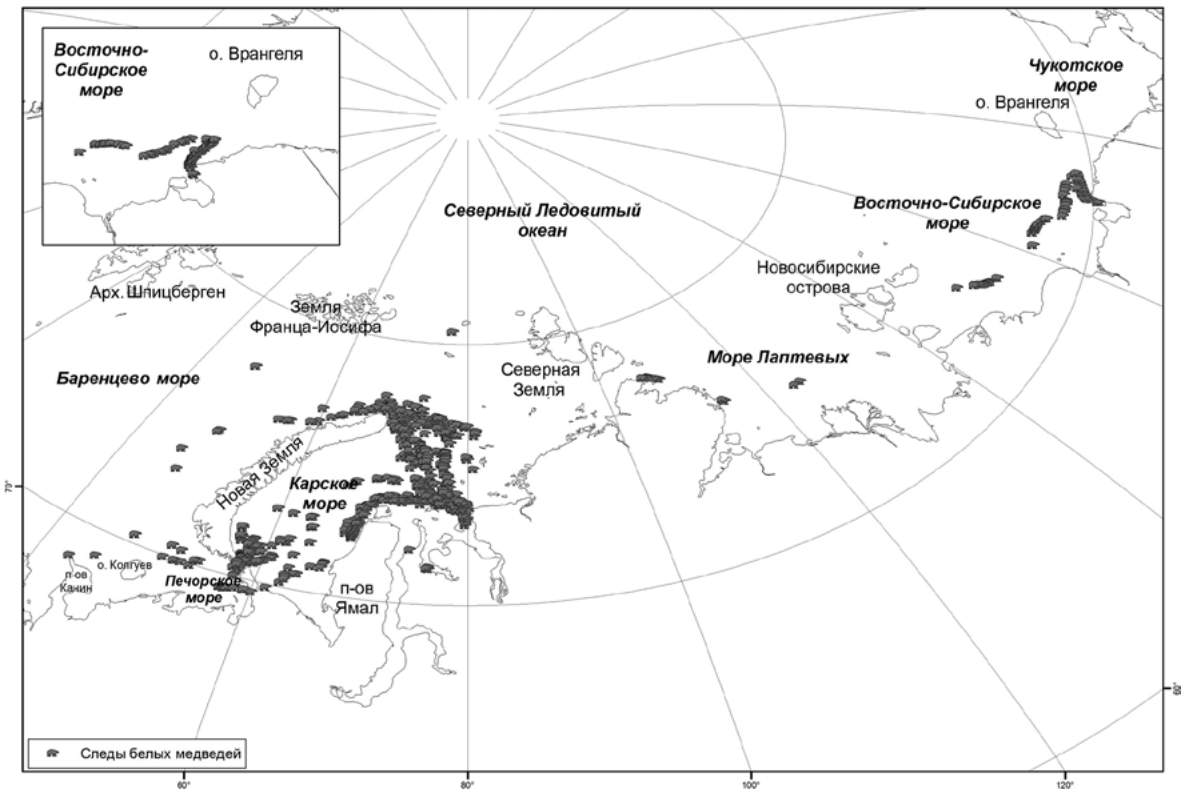


Рис. 4.35. Результаты судовых учетов следов белых медведей в ходе экспедиций ММБИ на атомных ледоколах

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Для получения расчетных данных о плотности и численности животных был разработан метод экстраполяции, принимающий во внимание условия проведения учетных работ, указанных выше.

Поскольку протяженность суточного хода белого медведя изучена недостаточно, при расчетах принималось, что средняя длина суточных наследов белых медведей равна 20 км [Бельчанский и др., 1998]. В дальнейшем оценка прямого показателя плотности населения и численность белых медведей в акватории, где пролегли учетные маршруты, и их погрешности будут уточнены. В настоящее время можно с уверенностью говорить о более высокой относительной численности белых медведей в зимне-весенний период (февраль – апрель), по сравнению с зимним (ноябрь – декабрь). Известно, что весной самки с выводками покидают места деторождения, и, кроме того, площади акваторий, свободных ото льда (разводья, трещины), в период таяния льда увеличиваются.

В результате полевых работ ММБИ (зима 2005 – весна 2009 г.) в полосе учета протяженностью порядка 9 тыс. км в поле зрения наблюдателей попали более 80 белых медведей и около 400 их наследов (табл. 2). Анализ всего массива многолетних данных позволил выявить зависимость сезонного распределения белых медведей от циклических изменений климата Арктики. Особенно показательным является распределение животных у ледовой кромки в начале зимы в 2002 и 2007 гг., когда учетами была охвачена значительная часть Северного морского пути.

Как известно, начало XXI в. характеризовалось потеплением климата и сокращением площади пакового и однолетнего льда в арктических морях [Алексеев и др., 2007]. Очевидно, результаты наблюдений, проведенных в ноябре – декабре 2007 г. с борта а/л «Арктика», не соответствуют установленной в последние десятилетия картине распределения медведей в морях российской Арктики [Биология и океанография ... 2007]. В холодную климатическую эпоху в море Лаптевых и Восточно-Сибирском море белые медведи встречаются значительно реже, чем в Карском и Баренцевом морях.

В начале зимы 2007 г. в Карском море белые медведи встречались между Обской губой и Енисейским заливом. Среди них была отмечена семейная группа (самки с двумя лончаками) (рис. 4.36). Судя по наследам, семейные группы составляли 25 % от общего числа регистраций, а одиночные особи – 75 %. По числу особей – соответственно 43 % и 57 %. Эти данные сходны с результатами весенних и осенних наблюдений в экспедициях ММБИ в период 1997–2004 гг. [Биология и океанография ... 2007]. В октябре 2002 г. в Карском море встречи животных в составе семейных групп составляли 40 %, а одиночных половозрелых – 60 %. По данным весенних наблюдений – белые медведи в семейных группах (самки с медвежатами) составляли 44,6 %, а одиночные – 55,4 %.



Рис. 4.36. Белые медведи в Карском море

Расчетная плотность белых медведей в оба сравниваемых года в обследованной области составила 0,00032 ($M_i = 3419,2$; $e(N) = 0,69$) и 0,002 ($M_i = 1220,5$; $e(N) = 0,16$) особей на $км^2$ в 2002 и 2007 гг. соответственно. Такие различия можно объяснить необычными условиями ледостава 2007 г., когда ввиду позднего установления достаточно прочного льда медведи были вынуждены концентрироваться у края кромки льда. Пространственное распределение медведей в исследованной области можно оценивать как равномерное, принимая во внимание тесную связь числа учтенных следов и количества пройденных километров.

Табл. 2. Экспедиции ММБИ на атомных ледоколах (зима 2005 г. – весна 2009 г.)

Название атомного ледокола (судна)	Период исследования	Протяженность полосы учета во льдах (км)	Число наблюдаемых белых медведей (особи)	Количество следов пересечения
«Советский союз»	25.11–16.12.2005	199,45	7	8
«Таймыр»	15.02–02.03.2006	493,48	10	23
	01–27.05.2006	881,41	3	6
«Ямал», «Севморпуть»	04–31.12.2006	266,04	3	16
«Арктика»	01–31.03.2007	869,39	10	20
	27.10–14.11.2007	2655,00	3	65
	22.03–16.04.2008	2323,00	24	127
«Надежда»	14.02–07.03.2009	891,00	13	119
«Россия»	26.02–23.04.2009	800,00	8	5
Всего:		9378,77	81	389

В Карском море ледовая ситуация существенно отличалась от среднемноголетней. Так, на начало ноября западная граница дрейфующих льдов проходила примерно по 80° в.д. – т.е. примерно на 500 км восточнее среднего многолетнего положения (близкой к среднему многолетнему положению граница льда была, например, в 2002 г.). Вся акватория к востоку, до мыса Челюскин, была покрыта ниласом и самыми первичными формами льда – блинчатыми, при низкой в целом ледовитости (5–6 баллов). К началу третьей декады ноября западная граница льда в Карском море проходила уже западнее о. Белый, т.е. соответствовала примерно среднемноголетнему положению в конце октября. Акватория в районе проводки судов была покрыта серо-белыми и серыми льдами при ледовитости 8–9 баллов (рис. 4.37).

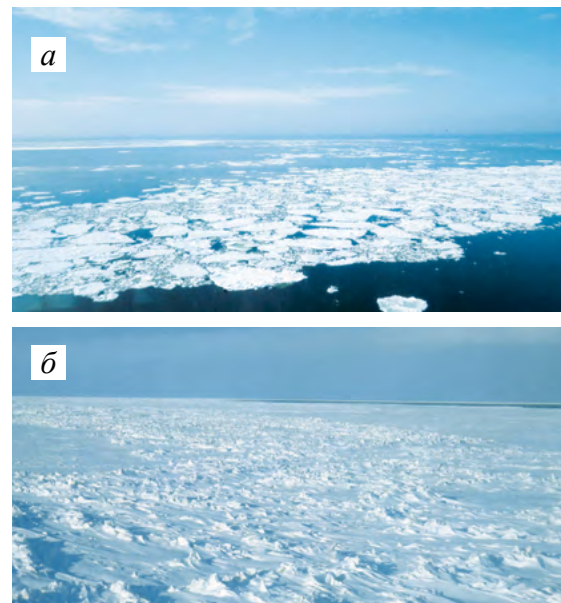


Рис. 4.37. Льды Карского моря:
а) блинчатый лёд; б) на дальнем плане – открытый канал после прохождения атомного ледокола

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В период экспедиции 2007 г. наблюдалась активная миграция белого медведя в южном направлении (в направлении к заприпайной полынье). А в октябре – ноябре 2002 г. в этом же районе миграция белых медведей отмечалась в западном и юго-западном направлениях (в сторону кромки). Таким образом, в оба сравниваемых года перемещения животных совпадали с направлением нарастания ледового покрова.

В течение этой экспедиции по трассе Севморпути на акваториях моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря были распространены преимущественно серые и серо-белые льды при ледовитости 9–10 баллов. Между 105° и 117° в.д. отмечались тонкие белые льды со значительным включением двухлетних белых средних льдов. Именно этому типу льдов отдают предпочтение кольчатые нерпы (*Pusa hispida*), которые в этот период года являются главным объектом питания белых медведей в Арктическом бассейне.

Также необходимо коснуться проблемы влияния ледовой проводки судов на популяции морских млекопитающих. Как известно, в ближайшем будущем планируется осуществление круглогодичной сквозной проводки судов по всей трассе Севморпути. Можно предположить, что некоторый ущерб будет наноситься популяциям таких ластоногих, как кольчатая нерпа, во время движения судов в припайных льдах в весенний период.

По результатам анализа данных экспедиционного мониторинга ММБИ получен ряд новых научных выводов. Установлено, что вектор движения белых медведей в Карском море ориентирован в том направлении, где возникают новые разводья и полыньи (рис. 4.38). Это может быть использовано при прогнозе численности и миграций медведей.



Рис. 4.38. Белый медведь в районе замерзающего канала от атомного ледокола

Получены новые оценки численности популяции белого медведя в южной части Карского моря и влияющих на нее факторов. С 1997 по 2013 г. она колебалась в пределах 1,6–3,4 тыс. особей при среднем значении 2,7 тыс., причем между аномально холодным началом этого периода и последующими теплыми годами заметных различий не выявлено [Матишов и др., 2013]. Наиболее низка она в ноябре – декабре, пик численности приходится на январь – март, а в апреле – мае она начинает снижаться. Это связано с сезонной динамикой ледяного покрова. Медведи, особенно семейные группы, тяготеют к прибрежному поясу заприпайных полыней и прилежащих к ним

льдам. Их численность максимальна в крайней юго-западной части Карского моря, в районе Южно-Новоземельской полыньи, что говорит о предпочтении медведями районов с наибольшей подвижностью льдов и частым образованием разводий, безотносительно к обилию видов-жертв.

Помимо структуры льда, важным фактором успешности охоты для медведей является температура воздуха, определяющая надледную активность ластоногих. В октябре – феврале только около 20 % встреченных тюленей располагались на льду, тогда как в марте – мае – до 82 %. По-видимому, соответственно возрастает и успешность охоты медведей.

Основные объекты питания белого медведя – кольчатая нерпа и морской заяц наиболее обильны в районе Обь-Енисейского и других прибрежных мелководий. Здесь численность кольчатой нерпы выше, чем в более глубоководных районах, в 4–12 раз, морского зайца – в 5–15 раз.

Результаты авиаразведки и спутниковой телеметрии существенно дополняют полученные данные о биологии белого медведя и позволят интенсифицировать проведение охранных мероприятий. Для выявления современных закономерностей сезонного распределения этого редкого вида животных и оперативной регистрации изменений в их поведении планируется проведение анализа полученных данных не по географическому признаку, а по приуроченности к заприпайным полыньям. В дальнейшем предстоит выяснить связь направления сезонных миграций белых медведей в различных популяциях с фазами развития стационарных полыньей, роль которых в жизни морских млекопитающих до настоящего времени полностью не охарактеризована.

Район работ, материалы и методы. С 15 апреля по 13 мая 2014 г. были проведены наблюдения по маршруту следования дизель-электрохода «Норильский никель», исключая дни стоянки в Архангельске, Дудинке и прохода по Енисею (рис. 4.39–4.44). Район исследований охватывал акватории Баренцева, Белого и Карского морей. Конструкция и ледовые усиления корпуса позволяли судну самостоятельно преодолевать лед толщиной до 1,7 м.

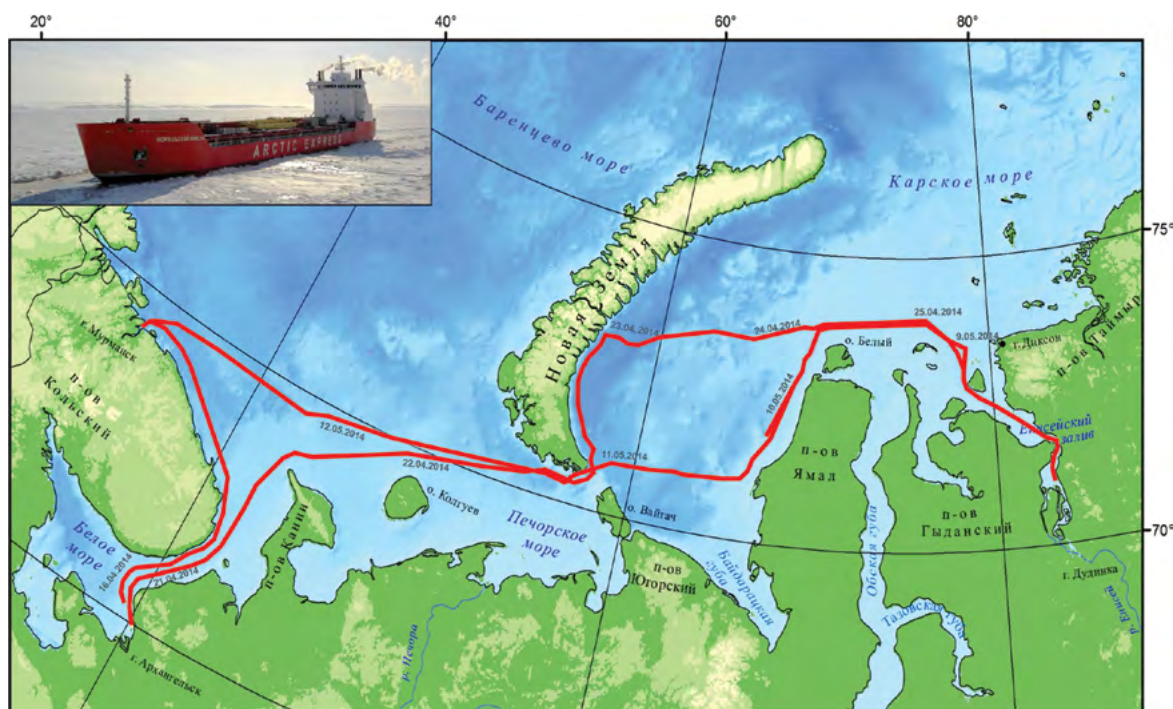


Рис. 4.39. Маршрут движения д/э «Норильский никель», апрель – май 2014 г.



Рис. 4.40. Д/э «Норильский никель»



Рис. 4.41. Д/э «Норильский никель» на погрузке в порту Дудинка



Рис. 4.42. Порт Дудинка на Енисее



Рис. 4.43. Крепеж для контейнеров на д/э «Норильский никель»



Рис. 4.44. Попутная заброска грузов в поселки на Енисее

Стандартный объем выполняемых наблюдений и измерений параметров среды включает следующие показатели:

- координаты трансект наблюдений (табл. 3);
- метеонаблюдения (температура воздуха, направление и скорость ветра, состояние поверхности моря, атмосферное давление, видимость);
- гидрологические наблюдения (температура воды, глубина);
- наблюдения за ледовой обстановкой (тип ледового покрова, степень сплоченности льда, торосистость);
- териологические и орнитологические наблюдения.

В ходе экспедиции использовались данные, предоставленные штурманской группой судна.

Для определения температуры морской воды были использованы отрывные (невозвратные) батитермографы ХВТ. Также проводился отбор проб воды на анализ радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr . Глубина слоя воды отобранных проб составляла 9–10 м, поскольку забор воды осуществлялся с использованием пожарного гидранта. Местоположение станций осуществлялось выборочно с учетом полученных данных в прошлые рейсы. Териологические и орнитологические наблюдения проводились с пеленгаторной палубы или ходовой рубки с высоты 20–25 м в светлое время суток. Для уточнения видовой принадлежности использовался 10-х бинокль.

Ледовые и гидрометеорологические наблюдения в ходе рейса на д/э «Норильский никель»

Ледовая обстановка в период проведения экспедиции показана на рисунках 4.48–4.50 (<http://www.seaice.dk> – сплоченность льда; спутниковые снимки MODIS, <http://www.aari.nw.ru> – возраст ледового покрова) и в таблицах 3, 4. Измерение параметров метеорологической обстановки осуществлялось с помощью судовой метеостанции.

Табл. 3. Координаты трансект наблюдений и сопутствующие метеорологические наблюдения

Дата	Ширина	Долгота	Температура воздуха, °С	Ветер, м/с	Ледовая обстановка
16.04.2014	67,47000	41,29367	2	6	Чистая вода
16.04.2014	67,23100	41,41367			Чистая вода
16.04.2014	67,05650	41,50000			Чистая вода
16.04.2014	66,90117	41,46633			Чистая вода
16.04.2014	66,61050	41,00400			Чистая вода
16.04.2014	66,38300	40,62800			Чистая вода
16.04.2014	66,15567	40,26350	3	3	Чистая вода, местами поля мелкобитого льда
16.04.2014	66,01733	39,96433	3	4	Чистая вода, местами поля крупнобитого льда
16.04.2014	65,94317	39,77000			Чистая вода, местами поля мелкобитого льда
16.04.2014	65,43100	39,20900			Тонкий белый – 7 б., торосы – 1, широкие разводья
16.04.2014	65,22917	39,26400			Тонкий белый – 7 б., торосы – 1, широкие разводья
16.04.2014	65,14833	39,38983	3	5	Тонкий белый – 7 б., торосы – 1, широкие разводья
21.04.2014	65,11633	39,83100	9	8	Тонкий белый – 6 б., торосы – 1, широкие разводья
21.04.2014	65,19700	39,71567	9	8	Тонкий белый – 6 б., торосы – 1, широкие разводья
21.04.2014	65,33467	39,62550	9	7	Поля крупнобитого льда
21.04.2014	65,67833	39,59133	5	10	Чистая вода, местами поля крупнобитого льда
21.04.2014	65,84800	39,77700	5	10	Чистая вода, местами поля крупнобитого льда
21.04.2014	65,92117	39,92650	5	10	Чистая вода, местами поля крупнобитого льда
21.04.2014	66,00183	40,11150	5	9	Чистая вода, местами поля мелкобитого льда
21.04.2014	66,16133	40,41417	5	9	Чистая вода
22.04.2014	69,32133	46,66433	1	10	Чистая вода
22.04.2014	69,40833	47,15333			Чистая вода
22.04.2014	69,52117	47,79467			Чистая вода
22.04.2014	69,64183	48,48133	0	8	Чистая вода
22.04.2014	69,76900	49,91550			Чистая вода
22.04.2014	69,82683	50,75367	0	9	Чистая вода
22.04.2014	69,90700	51,91133	0	10	Чистая вода

Дата	Ширина	Долгота	Температура воздуха, °С	Ветер, м/с	Ледовая обстановка
22.04.2014	69,94050	52,39933	0	10	Чистая вода
23.04.2014	71,00783	57,13967	-3	25	Чистая вода
23.04.2014	71,12367	56,95833			Чистая вода
23.04.2014	71,25900	56,66850			Чистая вода
23.04.2014	71,45433	56,34783	-5	23	Чистая вода
23.04.2014	71,73883	56,15850	-6	20	Чистая вода
23.04.2014	71,83683	56,07550			Чистая вода
23.04.2014	72,03017	56,05900	-6	18	Чистая вода
23.04.2014	72,13733	56,09317			Чистая вода
23.04.2014	72,37483	56,30417	-6	16	Чистая вода
23.04.2014	72,58917	56,75617			Чистая вода
23.04.2014	72,71183	56,79967			Чистая вода
23.04.2014	72,75517	56,82817			Чистая вода
23.04.2014	72,76167	56,98350			Чистая вода
23.04.2014	72,76517	57,31267	-8	10	Чистая вода
23.04.2014	72,75650	57,80417			Чистая вода
23.04.2014	72,70233	58,28833			Чистая вода
23.04.2014	72,69650	58,35983			Средний белый – 8 б., торосы – 3–4, трещины
23.04.2014	72,71450	58,47167			Средний белый – 8 б., торосы – 3–4, трещины
23.04.2014	72,70100	58,59767			Средний белый – 8 б., торосы – 3–4, трещины
23.04.2014	72,73533	58,90000	-9	10	Тонкий белый – 8 б., нилас, разводы
24.04.2014	73,24483	64,96783	-9	2	Средний белый – 9 б., торосы – 4, трещины
24.04.2014	73,24283	65,03300			Средний белый – 8 б., торосы – 4, трещины
24.04.2014	73,22583	65,11783			Средний белый – 9 б., торосы – 4, трещины
24.04.2014	73,22833	65,39033			Средний белый – 9 б., торосы – 4, трещины
24.04.2014	73,25000	65,51717	-8	2	Средний белый – 9 б., торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,25950	65,65683			Средний белый – 9 б., торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,34317	66,66983			Средний белый – 9 б., торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,42250	67,42050	-10	4	Средний белый – 9 б., нилас, торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,47733	67,88650			Средний белый – 9 б., нилас, торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,54733	68,61567			Средний белый – 9 б., нилас, торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,54850	69,25633			Средний белый – 9 б., нилас, торосы – 5, трещины
24.04.2014	73,59467	69,59050			Средний белый – 9 б., нилас, торосы – 5, трещины

Дата	Ширина	Долгота	Температура воздуха, °С	Ветер, м/с	Ледовая обстановка
24.04.2014	73,60550	69,73167	-10	5	Средний белый – 7 б., нилас, торосы – 5, трещины
25.04.2014	73,73667	75,99517	-8	5	Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,72450	76,18717			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,68650	76,27983			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,65433	76,56167	-9	4	Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,58867	76,75483			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,54433	76,96617	-6	4	Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,51783	77,07383			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,41983	77,45083			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,34950	77,66850			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,32850	77,88500			Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,29750	78,04900	-7	3	Средний белый – 10 б., нилас, торосы – 2–3, трещины
25.04.2014	73,23883	78,45883			Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья
25.04.2014	73,18617	78,44250	-6	3	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья
25.04.2014	73,12050	78,37983			Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья
25.04.2014	73,03267	78,33750			Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья
25.04.2014	72,94950	78,30417	-6	3	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья
25.04.2014	72,88017	78,31567	-6	3	Припай
09.05.2014	72,85550	78,31517	0	10	Припай
09.05.2014	72,98117	78,27367	-1	10	Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья
09.05.2014	73,02217	78,24767	-1	10	Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья
09.05.2014	73,15833	78,38833			Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья
09.05.2014	73,22700	78,44517	-3	12	
09.05.2014	73,26983	78,46900	-3	12	
09.05.2014	73,35817	78,05667	-3	12	Тонкий белый – 5 б., торосы – 2, нилас, разводья
09.05.2014	73,41217	77,60667	-3	12	Средний серо-белый – 9 б., торосы – 3 б.

Дата	Ширина	Долгота	Температура воздуха, °С	Ветер, м/с	Ледовая обстановка
09.05.2014	73,52467	77,37150	-4	12	Средний серо-белый – 9 б., торосы – 3 б.
09.05.2014	73,58783	77,02517			
09.05.2014	73,65350	76,54300	-4	8	Средний белый – 10 б., торосы – 4 б.
09.05.2014	73,69567	76,13667			
09.05.2014	73,73683	76,01633	-3	10	Средний белый – 10 б., торосы – 3 б.
10.05.2014	73,59867	69,79567	0	6	Тонкий белый – 8 б., торосы – 2, разводья
10.05.2014	73,55150	69,54117			
10.05.2014	73,51883	69,45117	0	7	Тонкий белый – 5 б., торосы – 1, нилас
10.05.2014	73,45917	69,35783			
10.05.2014	73,33483	69,23667	0	10	Тонкий белый – 5 б., торосы – 1, нилас
10.05.2014	73,26617	69,19100			
10.05.2014	73,08750	69,05917	1	10	Чистая вода, поля мелкобитого льда
10.05.2014	73,02383	69,89300			
10.05.2014	72,93250	68,82183	1	10	Чистая вода, поля мелкобитого льда
10.05.2014	72,83750	68,78417	1	10	Средний белый – 8 б., торосы – 3, нилас
10.05.2014	72,75033	68,68217	1	12	
10.05.2014	72,61950	68,41567			Чистая вода, нилас
10.05.2014	72,28667	67,92917			Чистая вода, нилас
10.05.2014	72,10100	67,66800			Чистая вода, нилас
10.05.2014	71,90650	67,40400	0	12	Чистая вода, поля мелкобитого льда
10.05.2014	71,61917	67,01517	0	12	Чистая вода, поля мелкобитого льда
11.05.2014	70,75967	60,94217	1	5	Средний белый – 10 б., торосы – 4 б.
11.05.2014	70,75217	60,77450	1	5	Средний белый – 10 б., торосы – 4 б.
11.05.2014	70,71517	60,19833	2	4	Средний белый – 10 б., торосы – 4 б.
11.05.2014	70,69333	59,73100	2	4	Средний белый – 10 б., торосы – 4 б., трещины
11.05.2014	70,66967	59,17533	2	4	Средний белый – 10 б., торосы – 4 б., трещины
11.05.2014	70,64950	58,94750	0	3	Средний белый – 9 б., торосы – 4 б., трещины
11.05.2014	70,62567	58,82900	0	3	Поля крупнобитого льда, разводья
11.05.2014	70,58150	58,58233	2	4	Поля крупнобитого льда, разводья
11.05.2014	70,43900	57,90450	3	4	Тонкий белый – 5 б., торосы – 1, разводья
11.05.2014	70,41183	57,77467	3	4	Крупнобитый лед
11.05.2014	70,37583	57,65900	3	4	Чистая вода, поля мелкобитого льда

Дата	Ширина	Долгота	Температура воздуха, °С	Ветер, м/с	Ледовая обстановка
11.05.2014	70,36317	57,61117	3	4	Чистая вода
11.05.2014	70,31667	57,29833	3	4	Чистая вода
12.05.2014	69,76817	47,33333	2	10	Чистая вода
12.05.2014	69,75250	47,03000			Чистая вода
12.05.2014	69,73750	46,73233			Чистая вода
12.05.2014	69,68500	45,70317	2	12	Чистая вода
12.05.2014	69,66417	45,29800			Чистая вода
12.05.2014	69,63500	44,72783			Чистая вода
12.05.2014	69,62900	44,61217	2	17	Чистая вода
12.05.2014	69,60017	44,05800			Чистая вода
12.05.2014	69,57833	43,62633	3	15	Чистая вода
12.05.2014	69,56333	43,33100			Чистая вода
12.05.2014	69,52050	42,88617	4	12	Чистая вода
12.05.2014	69,52783	41,71450	4	10	Чистая вода

Табл. 4. Состояние погоды и ледяного покрова в период экспедиции (данные с судового журнала)

Дата	Время (мск)	Широта	Долгота	Направление и скорость (градусы – скорость, м/с)	Состояние поверхности моря, баллы (0–9)	Давление, Ра (мм рт ст.)	Температура воздуха, °С	Состояние погоды, видимость (км)	Ледовая обстановка
15.04.2014	20:00	78.00000	69.41333	50–13	4	754	1	п-6	
15.04.2014	00:00	69.17000	36.67333	40–13	4	755	0	п-6	
16.04.2014	04:00	68.56833	38.67667	070–14	4	755	0	с-4	
16.04.2014	08:00	67.59667	40.73833	050–5	2	756	0	д-5	
16.04.2014	12:00	66.86500	41.41000	250–9	2	758	3	п-9	
16.04.2014	16:00	65.92500	39.73833	230–8	л-5	760	0	п-8	
16.04.2014	20:00	65.04667	39.56333	320–4	л-7	761	1	п-7	
16.04.2014	00:00	64.70333	40.66500	320–2	порт	761	2	п-7	
21.04.2014	16:00	65.18000	39.44667	130–8	л-5	771	10	п-8	
21.04.2014	20:00	66.06667	40.26167	190–8	2	765	6	п-8	

Дата	Время (мск)	Широта	Долгота	Направление и скорость (градусы – скорость, м/с)	Состояние поверхности моря, баллы (0–9)	Давление, Ра (мм рт.ст.)	Температура воздуха, °С	Состояние погоды, видимость (км)	Ледовая обстановка
21.04.2014	00:00	66.98000	41.69167	200–10	2	760	3	п-7	
22.04.2014	04:00	67.96333	42.40333	230–9	3	753	2	п-8	
22.04.2014	08:00	68.80000	43.76833	230–9	3	749	1	с-2	
22.04.2014	12:00	69.28167	46.43667	270–9	3	746	1	п-8	
22.04.2014	16:00	69.72000	49.20833	260–3	3	743	0	п-8	
22.04.2014	20:00	69.93667	52.35000	250–11	4	740	1	п-7	
22.04.2014	00:00	70.14667	55.41333	250–5	л-8	730	2	с-5	
23.04.2014	04:00	70.37833	57.40000	30–17	л-2	737	–3	п-4	
23.04.2014	08:00	71.03333	57.10000	20–25	л-2	742	–3	п-4	
23.04.2014	12:00	71.90667	57.02167	50–20	л-2	749	–9	п-4	
23.04.2014	16:00	72.75833	56.88667	40–9	л-6	752	–8	п-6	
23.04.2014	20:00	72.82833	59.31833	20–11	л-9	753	–10	с-2	
23.04.2014	00:00	75.15333	61.43833	10–9	л-9	758	–13	п-8	
24.04.2014	04:00	73.23500	63.38833	20–8	л-9	752	–12	л-8	
24.04.2014	08:00	73.24500	64.98333	280–3	л-9	752	–10	я-9	
24.04.2014	12:00	73.28667	66.21000	270–3	л-10	757	–14	л-10	
24.04.2014	16:00	73.50000	68.20000	300–4	л-8	753	–10	л-8	
24.04.2014	20:00	73.61833	69.87333	340–10	л-10	754	–9	п-4	
24.04.2014	00:00	73.74000	71.32500	340–5	л-9	760	–13	п-8	
25.04.2014	04:00	73.78833	74.13500	300–7	л-10	753	–10	т-1	
25.04.2014	08:00	73.74333	75.86667	360–7	л-10	754	–9	п-4	
25.04.2014	12:00	73.45833	77.30000	60–6	л-10	757	–11	п-4	
25.04.2014	16:00	73.01333	78.33667	40–6	л-9	756	–7	п-4	
09.05.2014	04:00	72.49667	79.34500	060–70	при-пай	746	–9	с-0,1	Заснеженность – 3
09.05.2014	08:00	72.69833	78.56833	030–10	при-пай	749	–5	п-6	
09.05.2014	12:00	73.16000	78.39000	030–12	при-пай	752	–5	п-6	Серо-белый –1, нилас 5, крупнобитый, торосистость – 1, заснеженность – 1

Дата	Время (мск)	Широта	Долгота	Направление и скорость (градусы – скорость, м/с)	Состояние поверхности моря, баллы (0–9)	Давление, Ра (мм рт ст.)	Температура воздуха, °С	Состояние погоды, видимость (км)	Ледовая обстановка
09.05.2014	16:00	71.62667	76.74167	010–13	л–09	755	–4	п-6	Серо-белый –3, серый – 6, серо-белый – 1, торосистость – 3/4
09.05.2014	20:00	73.76500	75.81667	350–10	л–10	757	–7	п-4	Тонкий – 5
09.05.2014	00:00	75.80667	74.79167	330–10	л–10	758	–6	п-8	Серо-белый –2, крупнобитый – 7
10.05.2014	04:00	73.71333	72.73333	300–8	л–8	760	–6	п-7	Однолетний тонкий – 2, серо-белый – 4, серый – 2, торосистость – 3
10.05.2014	08:00	73.70167	70.49333	270–5	л–9	759	–4	п-7	Тонкий – 2, серо-белый – 3, серый – 4, торосистость – 2, заснеженность – 1/2
10.05.2014	12:00	73.06500	68.91500	270–12	л-6	759	2	п-9	Крупнобитый тонкий – 5, серо-белый – 1, заснеженность – 2, торосистость – 2
10.05.2014	16:00	72.21000	67.82333	240–10	л–6	760	1	п-8	Третий мелкобитый, тонкий – 1, нилас – 5
10.05.2014	20:00	71.36000	66.33333	250–11	л–4	761	–1	п-5	Тонкий мелкобитый – 1, третий серо-белый
10.05.2014	00:00	71.03167	64.54167	240–5	л–9	761	–2	п-5	Средний – 2, средний – 2, тонкий – 7, заснеженность – 3, торосистость – 1
11.05.2014	04:00	70.89833	63.31000	210–6	л–9	760	–2	п-8	Тонкий – 4, средний – 4, серо-белый – 1, торосистость – 3/4, заснеженность – 3
11.05.2014	08:00	70.78333	61.64167	190–4	л–9	759	2	п-6	Тонкий – 1, серо-белый – 4, нилас 1, торосистость – 2/3, заснеженность – 2

Дата	Время (мск)	Широта	Долгота	Направление и скорость (градусы – скорость, м/с)	Состояние поверхности моря, баллы (0–9)	Давление, Ра (мм рт.ст.)	Температура воздуха, °С	Состояние погоды, видимость (км)	Ледовая обстановка
11.05.2014	12:00	70.72667	60.43000	190–6	л–10	757	3	п-7	Обломки полей среднего – 3, тонкий – 7, заснеженность – 3, торосистость – 3
11.05.2014	16:00	70.63833	58.87333	190–5	л–10	755	1	п-6	Серый – 2, тонкий – 6, серо-белый – 2, торосистость – 3, заснеженность – 2
11.05.2014	20:00	70.23833	56.60833	130–3	1	752	0	т-0.2	
12.05.2014	04:00	69.96333	51.17167	90–5	1	748	1	т-0.1	
12.05.2014	08:00	69.82333	48.42667	30–8	2	748	3	д-4	
12.05.2014	12:00	69.68167	45.66167	360–12	2	748	4	д-4	

В Белом море в период проведения экспедиции преобладали белые тонкие льды с включениями мелко- и крупнобитых полей белого среднего льда, небольшим торшением 1–2 балла и сплоченностью 6–7 баллов. Подверженность ветровому дрейфу и высокая раздробленность льдов обусловили в период проведения экспедиции в Карском море открытие двух заприпайных полыней: Южной Новоземельской и Ямальской, по которым прошла часть пути. В Карском море преобладали белые средние льды с многочисленными разводьями и трещинами, торшением 2–5 баллов и сплоченностью 5–10 баллов, с включением полей крупно- и мелкобитого льда (рис. 4.45–4.47).



Рис. 4.45. Сплоченный ледяной покров в Карском море

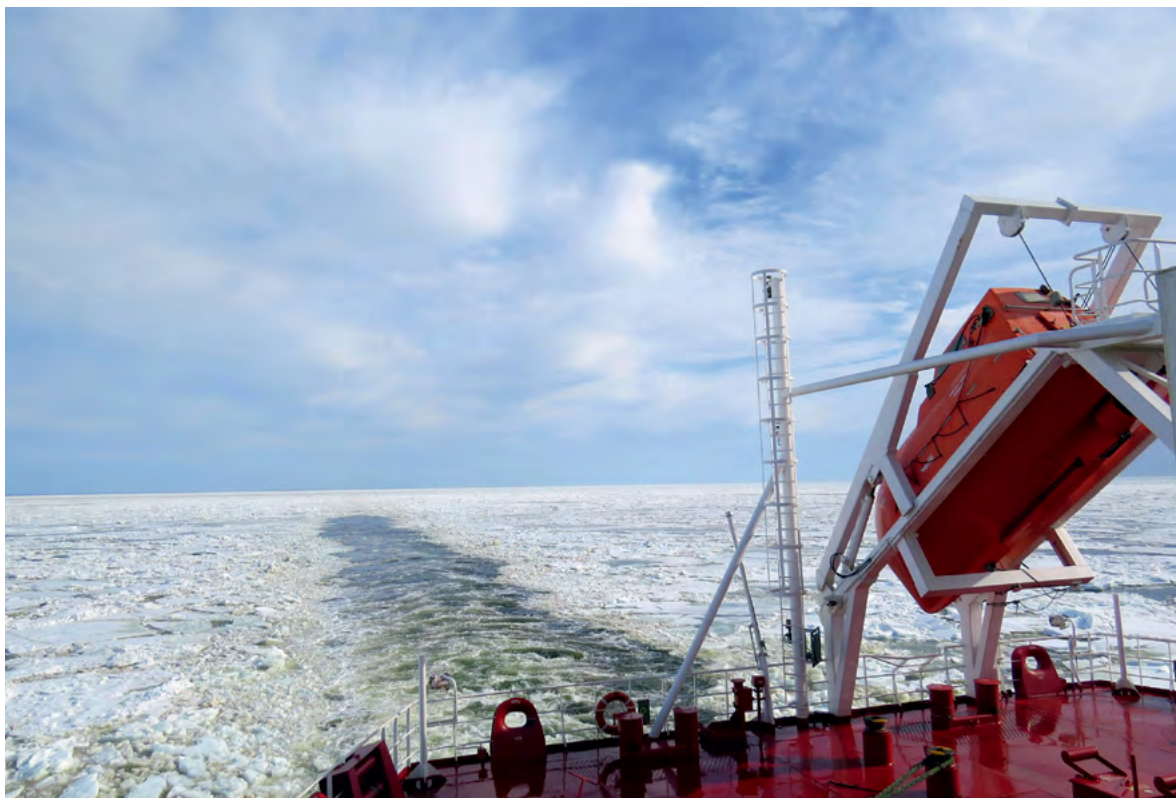


Рис. 4.46. Канал ледокола в крупнобитых сплоченных льдах



Рис. 4.47. Крупнобитые разреженные льды, характерные для периферии ледовых массивов

Исследование Арктической зоны Заполярья России

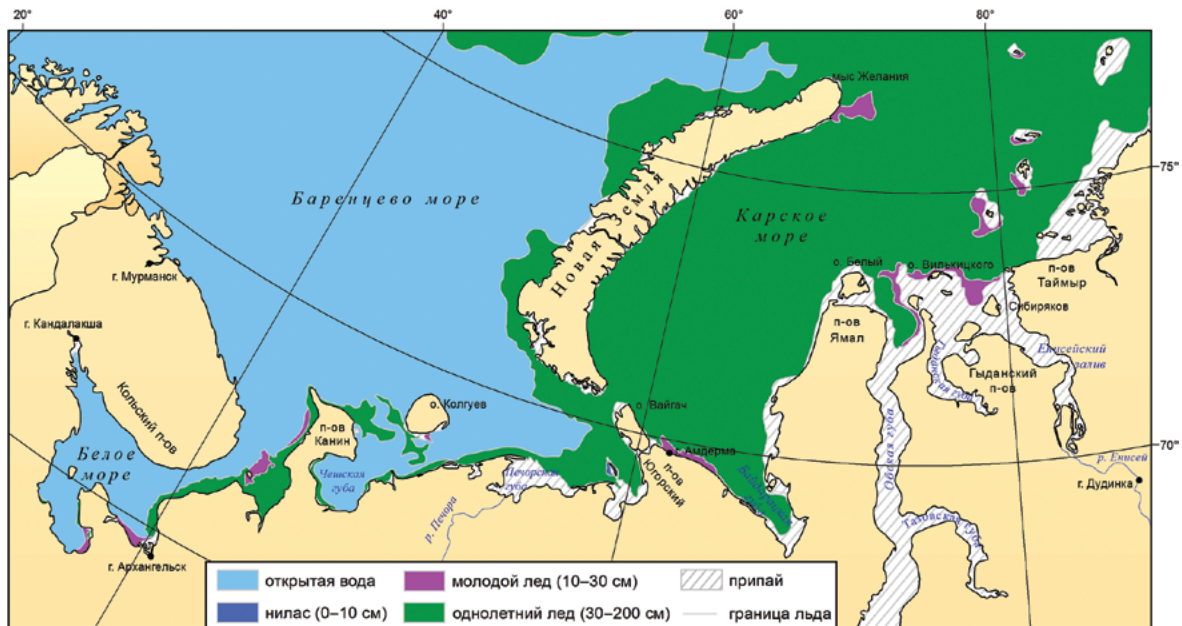


Рис. 4.48. Ледовая обстановка в период проведения экспедиции 20–22 апреля 2014 г.

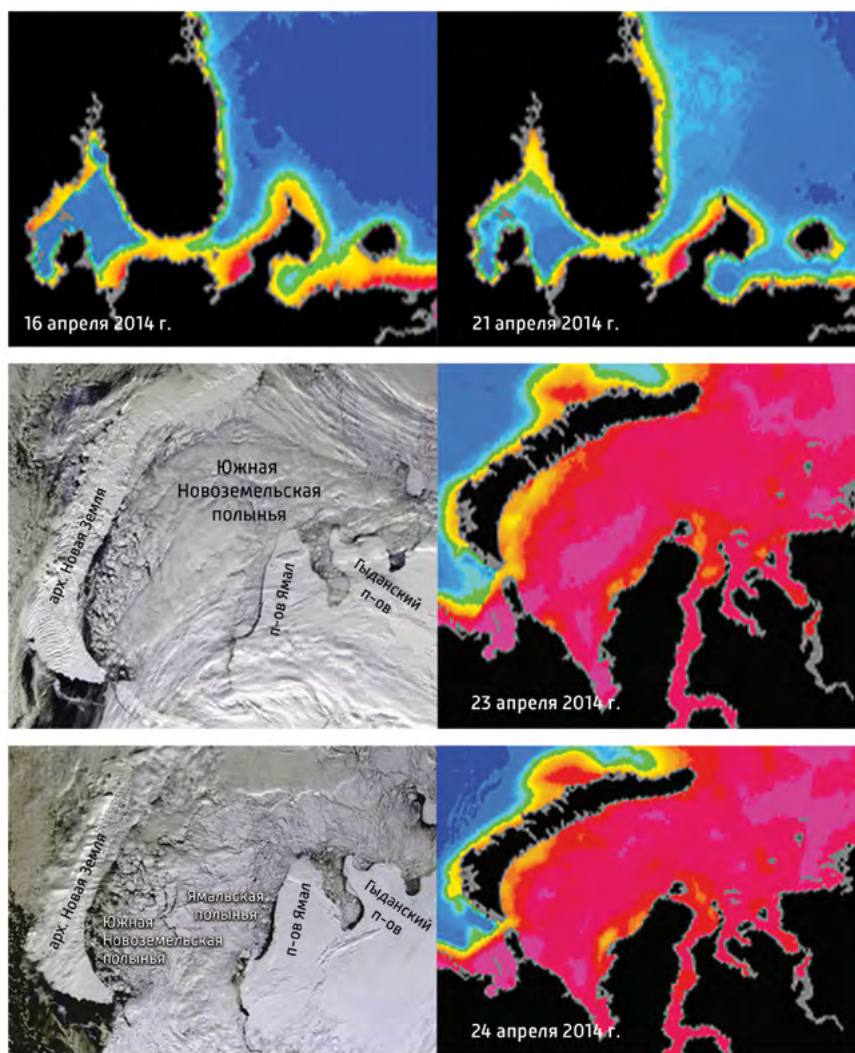


Рис. 4.49. Сплоченность льда (увеличение сплоченности от желтого к малиновому) в районе проведения экспедиции в Белом море

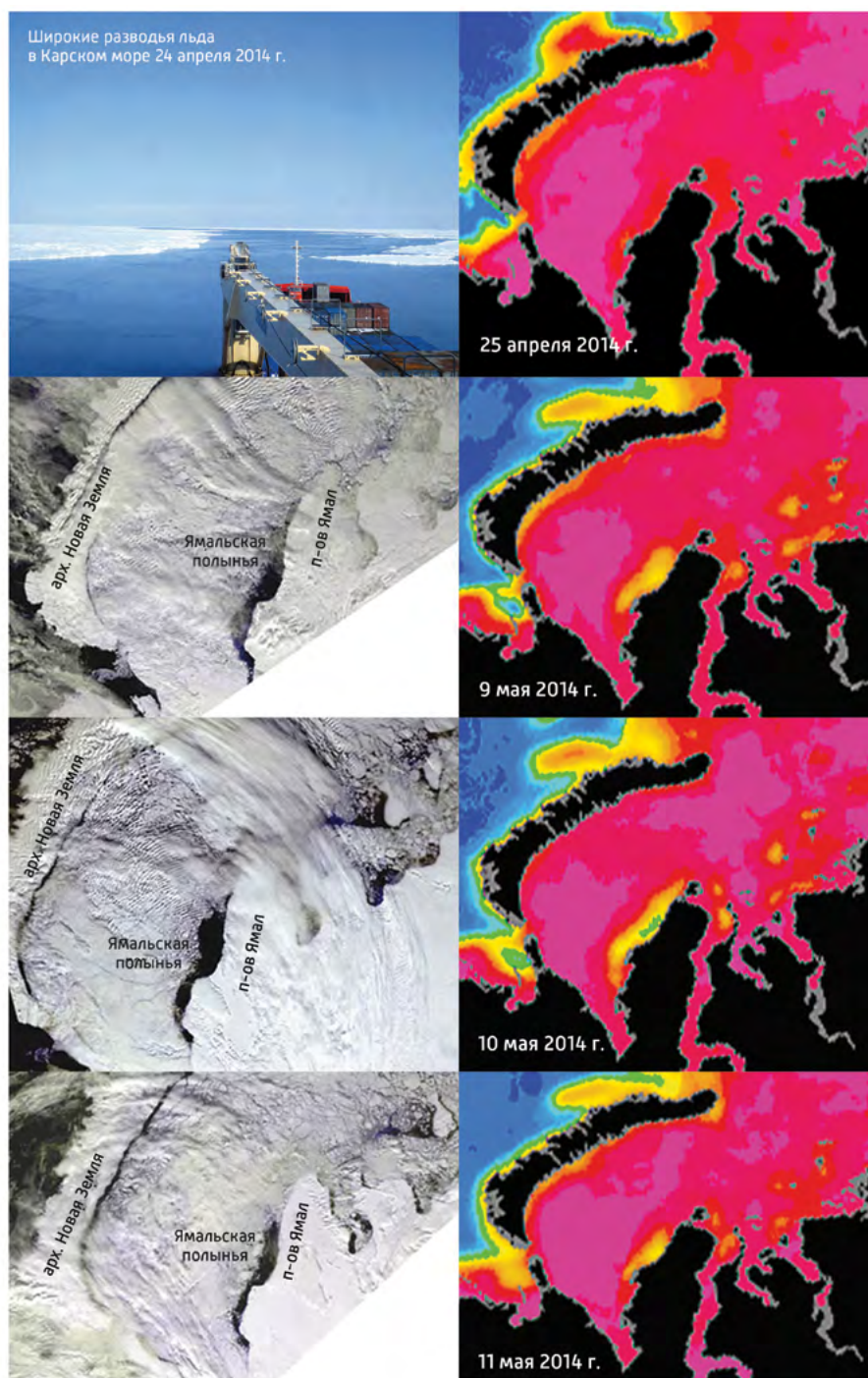


Рис. 4.50. Ледовая обстановка и сплоченность льда (увеличение сплоченности от желтого к малиновому) в районе проведения экспедиции в Карском море

Гидрологические исследования. Наблюдения, выполняемые на неспециализированных судах (обычно называемых попутными), являются важнейшим источником данных о природе Мирового океана за периоды, не освещенные инструментальными съемками. Они сохраняют свое значение до настоящего времени. Наряду с массовыми стандартными наблюдениями, выполняемыми штурманским составом, большое значение для фундаментальной науки имеют работы специализированных экспедиционных групп на попутных судах, особенно в тех районах океана и в те сезоны, когда возможности экспедиционного флота крайне ограничены. Одним из эффективных

методов организации регулярных наблюдений является использование коммерческих судов в качестве платформ для размещения океанографических приборов. Определенный недостаток данной методики – концентрация наблюдений вдоль маршрутов традиционного мореплавания. Однако, во-первых, измерения с попутных судов следует рассматривать как дополнение к дистанционным измерениям и данным свободно дрейфующих буев, позволяющее повысить разрешение сети наблюдений и восполняющее недостатки других средств исследований; во-вторых, в труднодоступных арктических морях, покрытых льдом, попутные наблюдения могут, по сути, являться единственным способом получения океанографических данных [Смирнов и др., 2005].

До 2012 г. отбор проб воды осуществлялся на ходу из верхнего слоя, температура воды измерялась поверхностным термометром, были отобраны пробы на определение солености. Только на случайных стоянках при благоприятных ледовых условиях была редкая возможность провести СТД-зондирование водной толщи от поверхности до дна с помощью профилографов SEACAT SBE19 или ME [Смирнов и др., 2005; Моисеев и др., 2007].

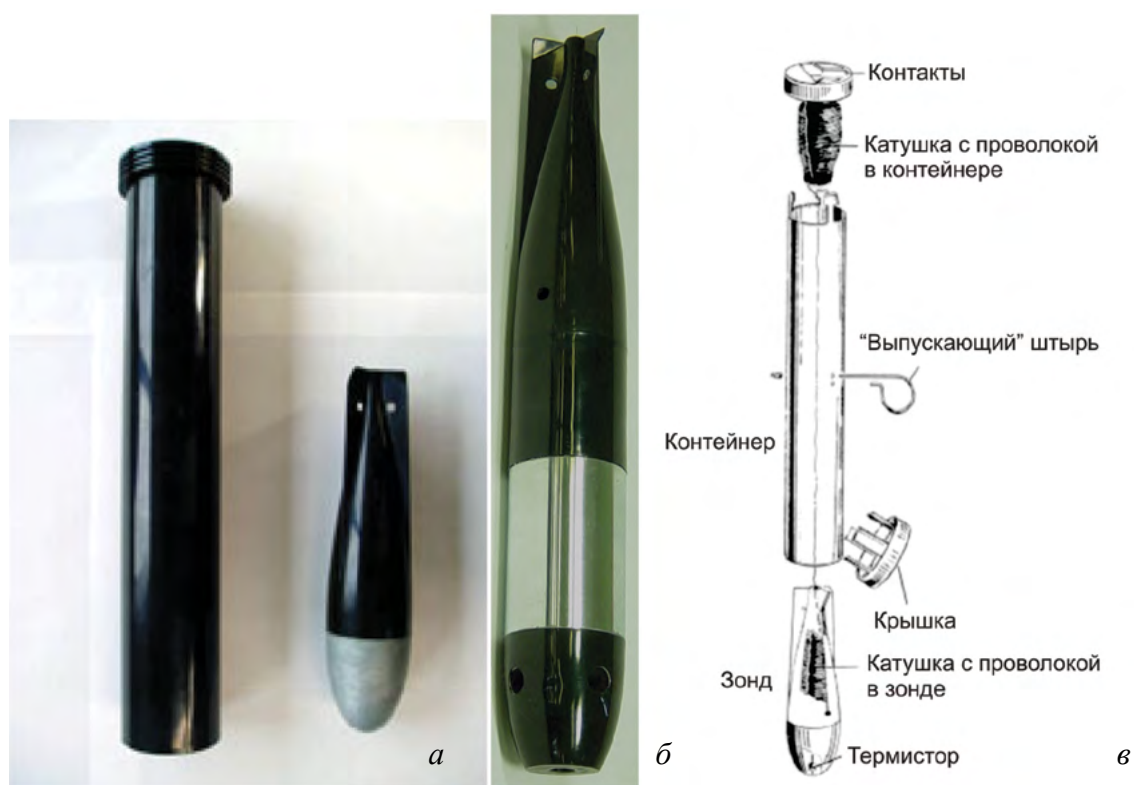


Рис. 4.51. Внешний вид отрывного батитермографа ХВТ:
(а) слева – контейнер, справа – датчик, (б) вид отрывного батитермосалинографа ХСТД без контейнера и (в) схема отрывного зонда

В практике судовых высокоширотных экспедиций широко используются отрывные одноразовые зонды (рис. 4.51). Наблюдения с помощью данных приборов можно производить в отсутствие специально оборудованного рабочего места без остановки судна, т.е. с минимальными потерями судового времени [Коровин, 1994; Кузьмин, Ипатов, 2011]. Различают отрывные батитермографы ХВТ (eXpendable BathyThermograph) и отрывные батитермосалинографы ХСТД (eXpendable Conductivity, Temperature, Depth profiler).

Измерительный комплекс ХВТ состоит из системы сбора данных (ноутбук и конвертер), располагающейся на борту судна, и приспособления для запуска теряемого

датчика температуры, который измеряет температуру воды в ходе свободного падения (рис. 4.51). Падающий датчик связан с системой сбора данных тонкой проводящей проволокой (0,15 мм), используемой для передачи измерений в реальном времени. Глубина, на которой проводится измерение, вычисляется по времени падения датчика с использованием хорошо калиброванного уровня падения [Смирнов и др., 2005].

В комплекс ХСТД входят бортовая система сбора данных, пусковое устройство и теряемый зонд, в котором размещены электроника, датчики температуры и электропроводности (рис. 4.51). Проводимость измеряется с помощью индуктивной ячейки, которая обнаруживает наведенную электродвижущую силу (ЭДС) в тороиде в связи с условиями морской воды. Температура определяется путем измерения изменения сопротивления в термисторе. Передача данных измерений в систему сбора данных также осуществляется в реальном масштабе времени по тонкой проволоке, связывающей зонд с судном. Глубина измерений определяется по времени, прошедшему с момента выпуска зонда, с точностью лучше 5 м [Смирнов и др., 2005].

В состав отрывных зондирующих систем ММБИ входят следующие компоненты:

1. Комплект ХВТ и ХСТД нескольких моделей фирмы Tsurumi Seiki Co. Ltd.
2. Система приема данных от отрывных зондов МК-150 фирмы Tsurumi Seiki Co. Ltd.
3. Ручной пускатель отрывных зондов LM-3A с кабелем длиной 15 м (Lockheed Martin Corp.).
4. Защищенный ноутбук для приема и хранения данных от отрывных зондирующих систем Panasonic Toughbook 31.

Сначала система была протестирована с борта НИС «Дальние Зеленцы» в Кольском заливе. Затем, с марта 2012 г., стала использоваться с борта судов ледового класса, принадлежащих компании «Норильский никель» и курсирующих по маршруту Мурманск – Дудинка – Мурманск. Одновременно с этим система активно применялась в ходе экспедиций ММБИ на своем НИС «Дальние Зеленцы» в Гренландском, Баренцевом, Лаптевых, Карском морях.

Установка системы на борту судна ледового класса компании «Норильский никель» осуществлялась следующим образом. Блок сбора данных МК-150 и ноутбук располагаются в пассажирской каюте на третьей палубе судна. От МК-150 был протянут 15-метровый кабель в сторону выхода на открытую палубу. К наружному концу кабеля подключался ручной пускатель LM-3A. От МК-150 на корпус подсоединялось заземление. Необходимо отметить, что без подключения заземления не будут работать отрывные батитермографы ХВТ. На МК-150 аналоговые в случае ХВТ или цифровые сигналы в случае ХСТД декодируются и передаются на ноутбук, работающий в режиме непрерывного получения данных. Перед началом каждого зондирования в программе производится настройка по типу прибора, пределам шкал измерения, задается имя и место на локальном диске для ASCII-файла с данными. После включения МК-150 происходит контроль наличия связи в системе зонд – бортовое устройство. У ХСТД на воздухе тестируются датчики.

Для работы с системой требуются 1–2 человека. Один находится в каюте и контролирует работу системы у ноутбука, другой осуществляет пуск зонда в воду из пускателя с открытой палубы. При использовании защищенного ноутбука его можно вынести на палубу, тогда с системой может работать один человек. Процесс работы с отрывными зондами полностью согласуется в режиме двусторонней связи с вахтенным штурманом, находящимся на мостике. В частности, специалист, выпускающий зонд, узнает на мостике скорость судна (для выбора правильной модели зонда), глубину моря (для своевременной остановки зондирования путем обрыва проволоки) и географические координаты, которые он просит перед пуском записать штурмана или, имея свой GPS/ГЛОНАСС-приемник, фиксирует их сам.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

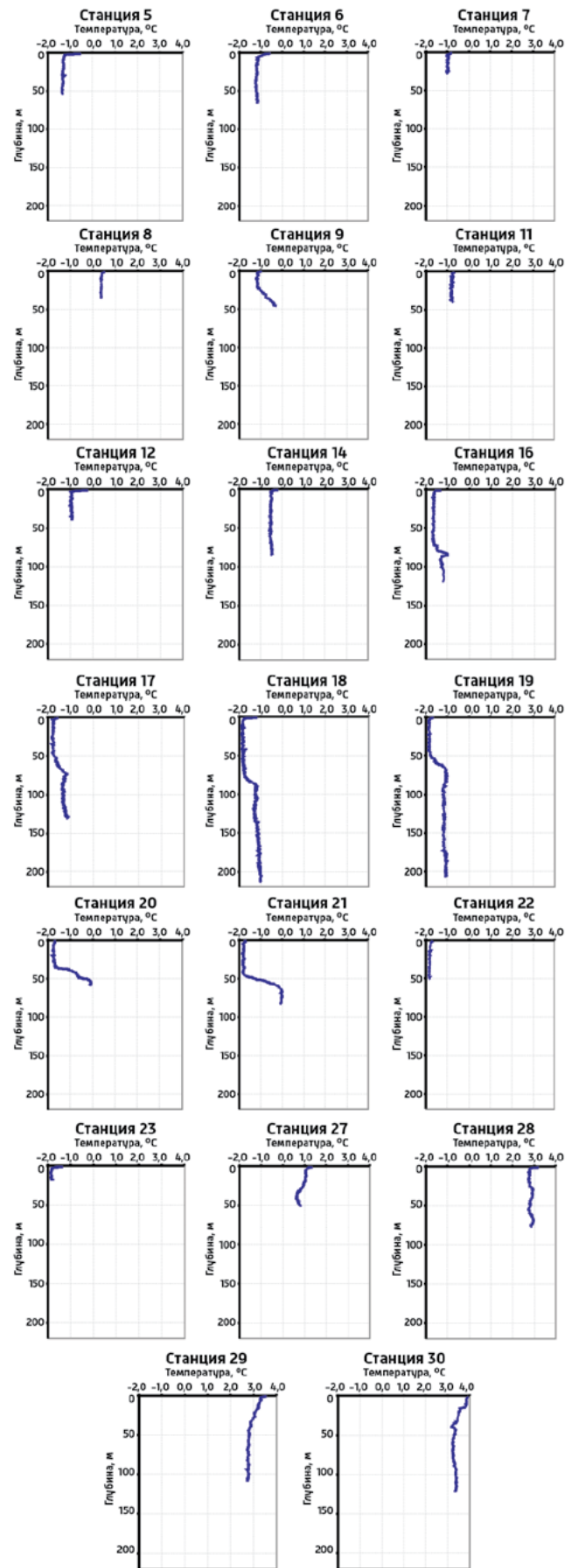


Рис. 4.52. Профили вертикального распределения температуры воды на станциях

Пуск зонда осуществляется путем извлечения «выпускающего» штыря из контейнера, закрепленного в пускателе. Проволока намотана на две катушки: одна находится в падающем зонде, другая – в контейнере (рис. 4.51). Это позволяет свободно без задержек падать зонду в водной толще. После пуска зонда измеряемые им данные в виде профилей вертикального распределения визуализируются в прикладной программе (рис. 4.52). Достижение зондом дна наиболее четко регистрируется у отрывных батитермосалинографов (ХСТД). Индикатором является резкое уменьшение электропроводимости. В случае с батитермографами (ХВТ) наблюдается небольшой выброс в вертикальном распределении температуры. Этот выброс при учете глубины, измеренной эхолотом, можно идентифицировать как дно. После достижения прибором дна специалист, находящийся на открытой палубе, обрывает проволоку, а оператор ноутбука прекращает запись данных. Полученная информация конвертируется в формат ASCII в полном объеме или с вертикальным разрешением 1 м. На основании этих данных можно строить профили распределения термохалинных характеристик на разрезах (полигонах), состоящих из нескольких станций.

Всего в 2012–2013 гг. в экспедициях ММБИ было сделано свыше 300 ХВТ/ХСТД-зондирований. Таким образом, достигаются основные преимущества использования отрывных зондирующих систем в следующих двух направлениях:

- получение на регулярной основе гидрологических данных с борта попутных судов из труднодоступных районов Арктики;
- производство дополнительных зондирований водной толщи во время переходов в ходе комплексных экспедиций для уточнения особенностей термохалинной структуры.

Результаты наблюдений. Измерения температуры воды в апреле – мае 2014 г. на акватории Баренцева, Белого и Карского морей производились с помощью отрывных батитермографов ХВТ (рис. 4.53). Регистрация и обработка полученных с помощью них данных выполнялась с использованием методики и программного обеспечения от фирмы-производителя [Digital ... 2009]. Во время экспедиции для гидрологических исследований были измерены показатели температуры на 30 станциях. Расположение станций показано на рисунке 4.54, а их координаты указаны в таблице 5. Для всех станций, прошедших проверку данных, построены профили вертикального распределения температуры воды.

Ранее результаты обработки данных, полученных с помощью отрывных зондирующих систем в Карском море в марте 2012 г., обсуждались в работах [Матишов, Дженюк, 2014а, б; Matishov et al., 2014]. Тогда в Карском море наблюдалось аномально низкая площадь ледяного покрова. Зимой 2014 г. ледовые условия были близки к среднемуголетним. В апреле – мае 2014 г. на покрытых льдом акваториях Белого и Карского морей (ст. 5–7, 16–23), а также юго-восточной части Баренцева моря (ст. 9–14) от поверхности до дна регистрировались отрицательные температуры воды (табл. 3–6). При этом в Карском море температура воды была гораздо ниже (менее $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$), чем в Белом море и на юго-востоке Баренцева моря ($0\text{--}1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

В струях течений, несущих теплые атлантические воды, на открытой воде на станциях 8 (воронка Белого) и 27–30 (Баренцево море) температура воды была выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. В Баренцевом море значения температуры воды росли с востока на запад от ст. 27 к ст. 30 в интервале примерно от $0,5$ до почти $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 3–6).

На большинстве станций наблюдалось квазиоднородное вертикальное распределение температуры воды. Только на станциях 20–21 в Карском море обнаружен охлажденный до $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ верхний слой толщиной 30–40 м. Также на самых «теплых» станциях 29 и 30 отмечался незначительно прогретый верхний слой от 0 до 40 м.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

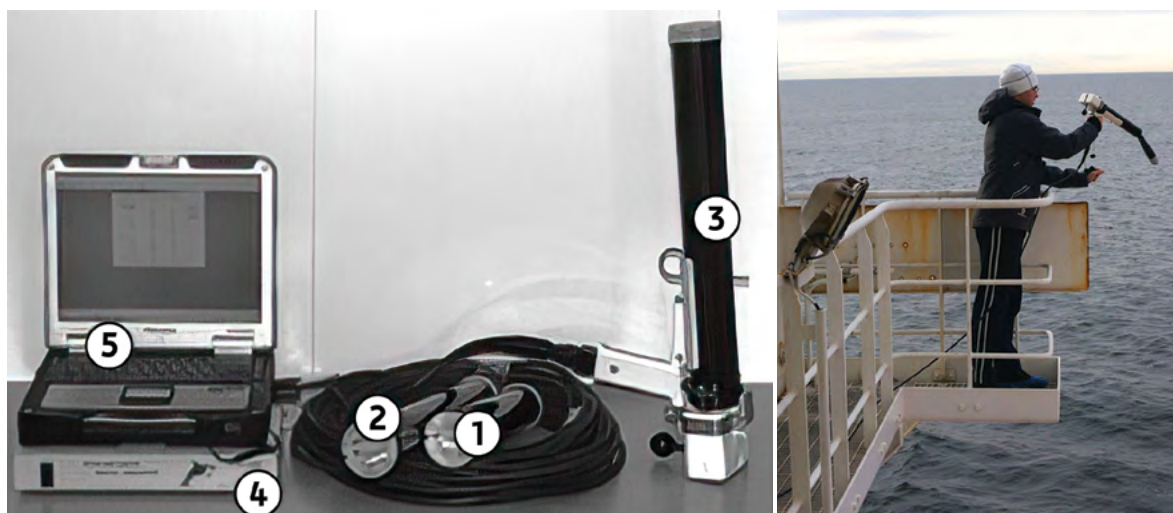


Рис. 4.53. Комплекс отрывных зондирующих систем в составе:
1 – отрывной батитермограф ХВТ; 2 – отрывной батитермосалинограф ХСТД; 3 – ручной пускатель отрывных зондов LM-3А; 4 – цифровой конвертор МК-150 для приема данных от отрывных зондов; 5 – ноутбук для записи и обработки полученных данных

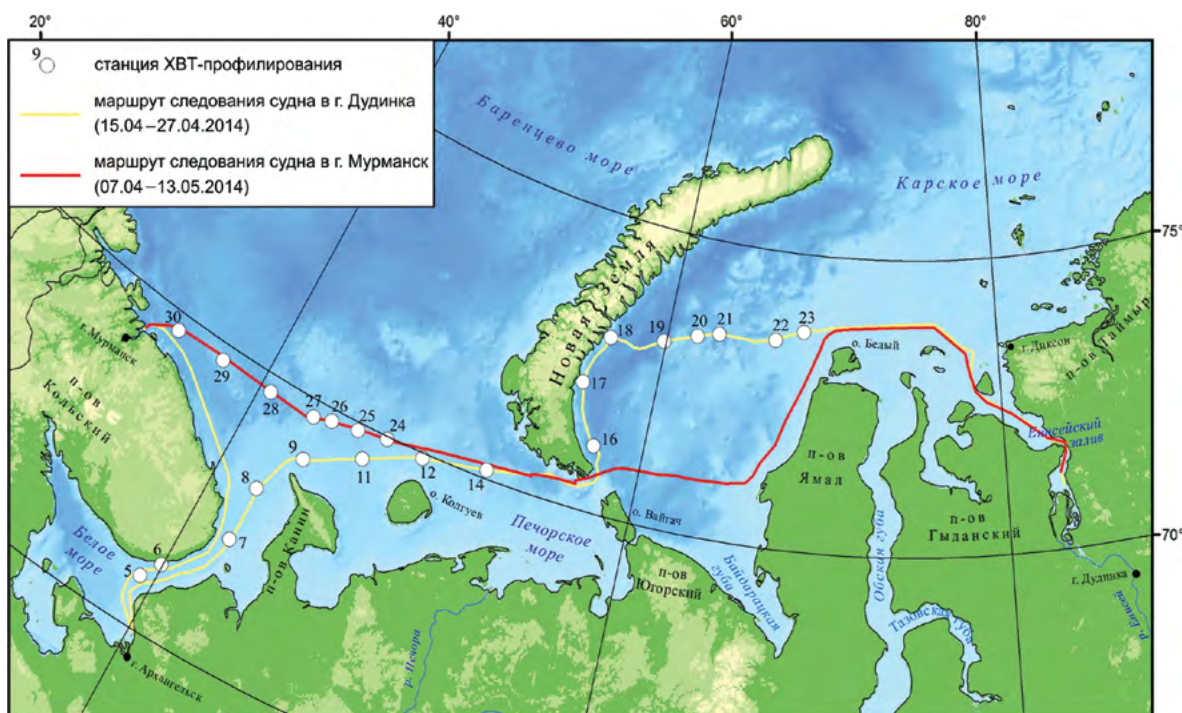


Рис. 4.54. Карта-схема гидрологических станций в Баренцевом, Белом и Карском морях в ходе экспедиции на д/э «Норильский никель» 15 апреля – 13 мая 2014 г.

Табл. 5. Характеристика станций по гидрологическому направлению в ходе экспедиции на д/э «Норильский никель»

Станция	Дата	Время (мск)	Широта	Долгота	Глубина, м	Имя файла данных
5-xbt_4	21.04.2014	15:52	65.66617	39.57479	53	ХВТ-000004212014
6-xbt_4	21.04.2014	19:55	66.01657	40.14617	66	ХВТ-000104212014
7-xbt_4	22.04.2014	00:02	66.97083	41.69020	28	ХВТ-000204212014
8-xbt_4	22.04.2014	03:56	67.97492	42.36787	35	ХВТ-000304222014
9-xbt_4	22.04.2014	08:01	68.79693	43.74942	45	ХВТ-000404222014
11-xbt_4	22.04.2014	11:53	69.27275	46.39007	42	ХВТ-000504222014
12-xbt_4	22.04.2014	16:04	69.71642	49.16359	39	ХВТ-000604222014
14-xbt_4	22.04.2014	20:01	69.94452	52.45598	86	ХВТ-000704222014
16-xbt_4	23.04.2014	08:04	70.91826	57.46581	120	ХВТ-000804232014
17-xbt_4	23.04.2014	11:54	71.90305	56.02069	132	ХВТ-000904232014
18-xbt_4	23.04.2014	15:59	72.75995	56.91259	270	ХВТ-001004232014
19-xbt_4	23.04.2014	21:24	72.94288	60.00400	210	ХВТ-001104232014
20-xbt_7	24.04.2014	01:28	73.14974	61.89719	57	ХВТ-001204242014
21-xbt_7	24.04.2014	03:30	73.25347	63.17489	81	ХВТ-001304242014
22-xbt_7	24.04.2014	12:49	73.30639	66.56507	49	ХВТ-001404242014
23-xbt_7	24.04.2014	15:59	73.50177	68.23422	17	ХВТ-001504242014
24-xbt_7	12.05.2014	10:01	69.75858	47.14756	58	ХВТ-000005122014
25-xbt_7	12.05.2014	12:01	69.68063	45.61672	78	ХВТ-000105122014
26-xbt_7	12.05.2014	13:59	69.60942	44.23094	83	ХВТ-000205122014
27-xbt_7	12.05.2014	15:59	69.52741	43.29938	50	ХВТ-000305122014
28-xbt_7-Cs_Sr	12.05.2014	20:09	69.52927	40.85340	76	ХВТ-000405122014
29-xbt_7-Cs_Sr	12.05.2014	23:59	69.55007	38.01273	107	ХВТ-000505122014

Исследования загрязнений морских экосистем. В рамках данного направления исследований проводился отбор проб морской воды с поверхностного слоя. Координаты станций отбора проб представлены на рисунке 4.55 и в таблице 6. Всего в течение экспедиции было отобрано:

- 11 проб воды объемом по 100 л для сорбирования ^{137}Cs ;
- 11 проб воды объемом по 20 л для высаживания ^{90}Sr .

Отбор проб на анализ ^{137}Cs проводился методом сорбирования из проб морской воды с помощью сорбента «анфеж».

Подготовка сорбента: необходимое количество сорбента (отобранное мерной банкой объемом 100 мл) помещали в химический стакан, заливали горячей водой (70–90 °С) и выдерживали не менее 30 минут.

Ход сорбирования: 120 л воды (до краев) помещали в бочку. Водную суспензию сорбента переносили из химического стакана в колонку (колонку заполняли до высоты 10–12 см) и на вход подавали отфильтрованную от взвеси пробу анализируемой воды, обеспечивая скорость воды в колонке не более 80 см/мин (600–700 мл/мин). После пропускания пробы сорбент выгружали из колонки в полиэтиленовый пакет, маркировали и направляли на гамма-спектрометрический анализ. Остаток пробы (ниже крана) выливали.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

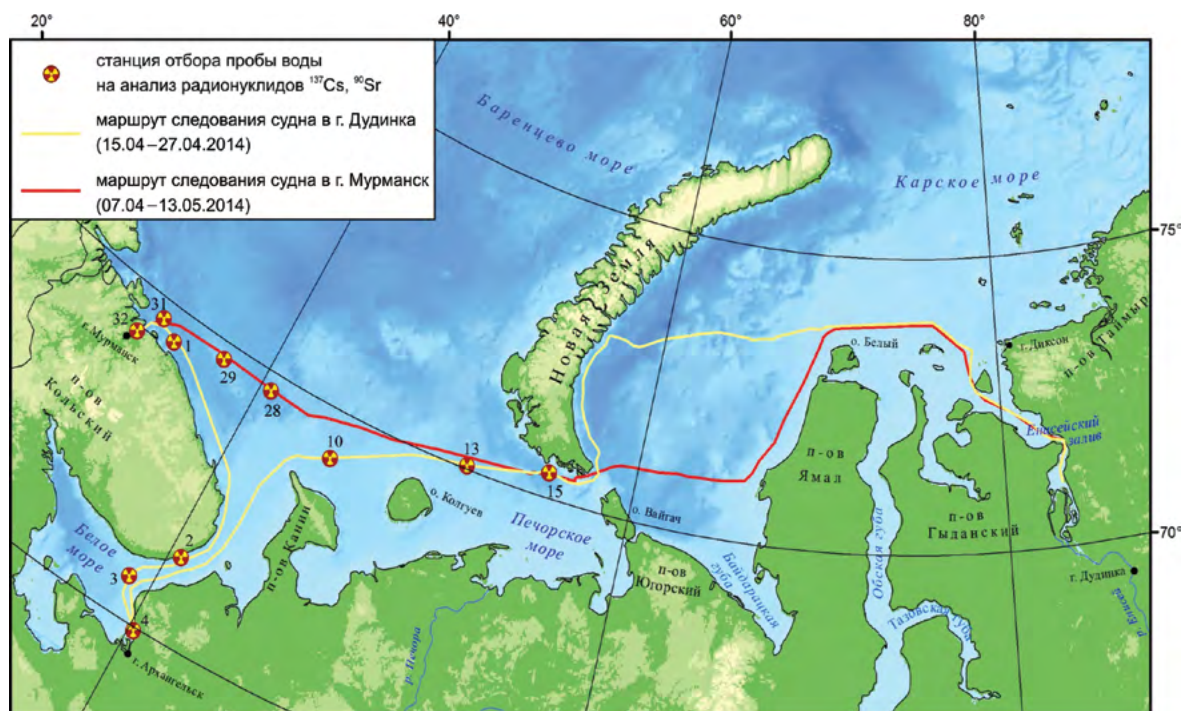


Рис. 4.55. Карта-схема точек отбора проб морской воды в Баренцевом и Белом морях 07.04.2014 – 13.05.2014

При отборе проб на анализ ^{90}Sr наполняли морской водой пластиковые канистры объемом 20 л. Дальнейшая подготовка проб методом «высаживания» элементов 2-й группы ПС Менделеева не представлялась возможной в связи с отсутствием лабораторных помещений.

Табл. 6. Характеристика станций и объем выполненных работ по радиологическому направлению в ходе экспедиции на д/э «Норильский никель»

Станции	Дата	Время (мск)	Широта	Долгота	^{137}Cs	^{90}Sr
1_Cs_Sr	15.04.2014	21:50	69.29922	35.45868	+	+
2_Cs_Sr	16.04.2014	14:05	66.37471	40.61521	+	+
3_Cs_Sr	16.04.2014	17:05	65.53045	39.18252	+	+
4_Cs_Sr	17.04.2014	14:00	64.70484	40.52581	+	+
10_Cs_Sr	22.04.2014	10:00	69.01304	44.94135	+	+
13-Cs_Sr	22.04.2014	18:50	69.87622	51.46966	+	+
15-Cs_Sr	22.04.2014	23:10	70.24083	55.63394	+	+
28-xbt_7_Cs_Sr	12.05.2014	20:09	69.52927	40.85340	+	+
29-xbt_7-Cs_Sr	12.05.2014	23:59	69.55007	38.01273	+	+
31_Cs_Sr	13.05.2014	05:40	69.52013	34.40710	+	+
32_Cs_Sr	13.05.2014	09:20	69.05723	33.07233	+	+

Орнитологические наблюдения. Учет морских млекопитающих, белых медведей и птиц выполнялся по ходу движения судна в светлое время суток с отметками координат, ледовой обстановки и погоды через 15–30 минут. Общая протяженность 10 выполненных трансект составила 1780 км. В Баренцевом море наблюдения выполнены на маршруте протяженностью 420 км, в Белом море – 390 км, в Карском море – 970 км. По открытой воде протяженность маршрута наблюдений составила 570 км, в ледовых условиях – 1210 км (табл. 7).

Во время движения судна использован трансектный метод учета птиц [Gould, Forsell, 1989]. Метод основан на быстром (примерно 10–15 с) подсчете птиц (летающих и сидящих на воде) в секторе 300×300 м впереди по курсу. При этом первоочередное внимание уделяется летящим особям. После этого по мере прохождения сектора акватория в его границах осматривается еще раз с целью выявления недоучтенных птиц. После окончания сектора проводится учет в следующем секторе и т.д. Непрерывную серию таких учетов продолжают в течение доступного для наблюдения периода суток. Осмотр акватории проводится невооруженным глазом, 10-х бинокль используется лишь для уточнения вида птицы. Птиц, сопровождавших судно, учитывали лишь при первом их появлении.

Ввиду крайней малочисленности птиц проводилась простая регистрация встреч на линейной трансекте. Показатель учета экз/100 км маршрута. Таким же образом подсчитывались птицы в разводьях, где пересчет на площадь акватории затруднителен. Расположение трансект наблюдений, видовой состав и частота встречаемости птиц в апреле – мае 2014 г. показаны на рисунках 4.56, 4.57 и в таблице 7. В Белом море отмечены немногочисленные особи обыкновенной гаги (15) и сизой чайки (2) (рис. 4.58).

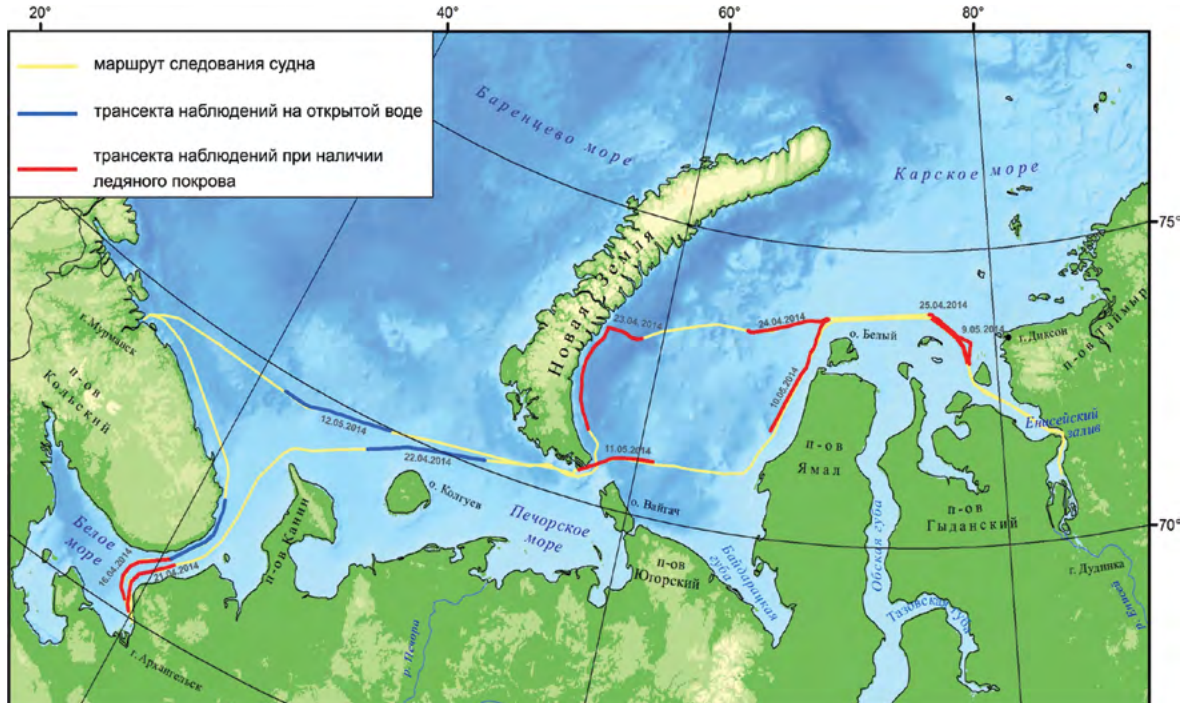


Рис. 4.56. Карта-схема трансект наблюдений морских млекопитающих и птиц в Баренцевом, Белом и Карском морях в апреле – мае 2014 г.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

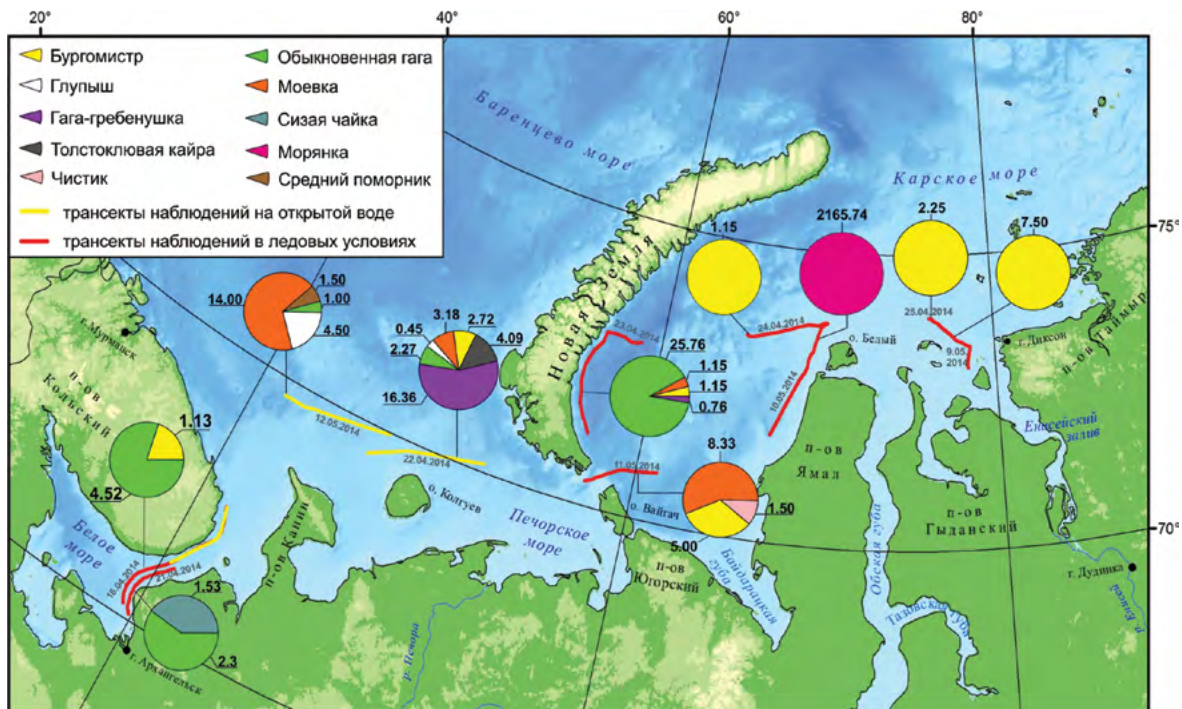


Рис. 4.57. Расположение линейных трансект наблюдений, видовой состав и относительная частота встречаемости птиц в апреле – мае 2014 г.

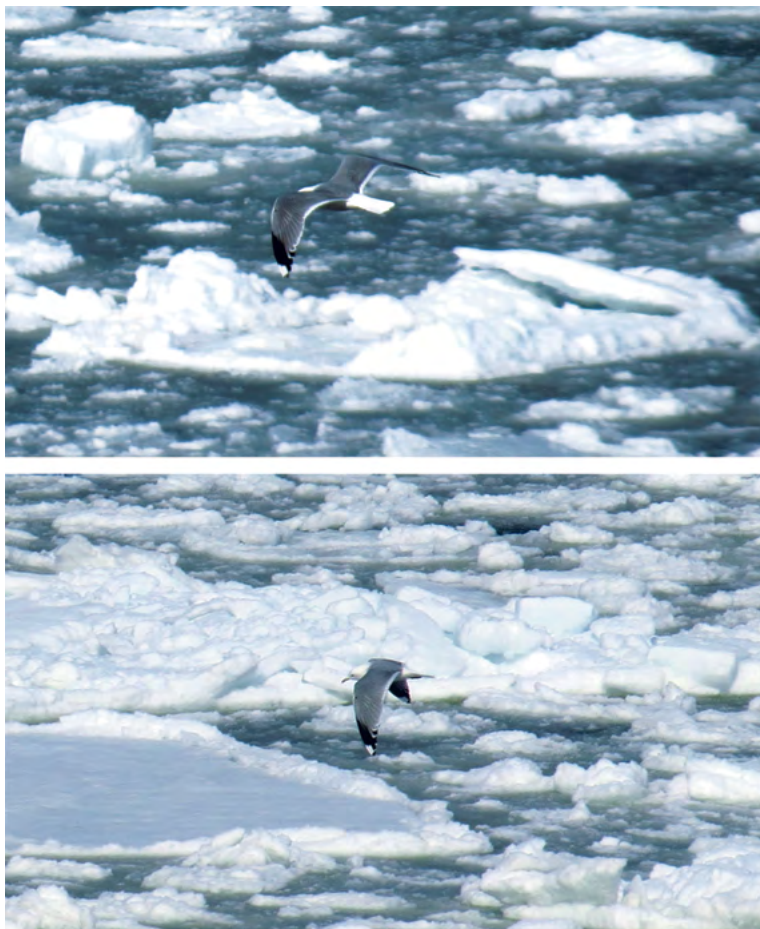


Рис. 4.58. Сизая чайка в Белом море 21 апреля 2014 г.

Наиболее многочисленными видами морских колониальных птиц в Баренцевом море были толстоклювые кайры. Кайры отмечались одиночно и небольшими группами 22 апреля и 12 мая в районе о. Колгуев, а также в разводьях льда пролива Карские Ворота 11 мая. Из водоплавающих отмечались гаги: 22 апреля и 12 мая – обыкновенные, а гребенушки – только 22 апреля (рис. 4.59).



Рис. 4.59. Гаги-гребенушки в Печорском море

Открытая в период проведения экспедиции заприпайная Южная Новоземельская полынья Карского моря позволила проложить маршрут 23 апреля в непосредственной близости к западному побережью о. Южный арх. Новая Земля. Были отмечены пролетные скопления обыкновенных гаг (67 особей) и одна смешанная стая с гребенушками (рис. 4.60).



Рис. 4.60. Смешанная стая обыкновенных гаг и гаг-гребенушек 23 апреля 2014 г.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Открытая в период проведения экспедиции заприпайная Ямальская полынья Карского моря позволила проложить маршрут 10 мая в непосредственной близости к полуострову Ямал, благодаря чему были отмечены крупные скопления морянок, которые, по-видимому, на весеннем пролете передвигаются очень близко к матерiku. 1960 морянок отмечены в районе о. Белый во время миграции в восточном направлении при локальной частоте встречаемости 2165,74 особи/100 км маршрута (рис. 4.61–4.63).



Рис. 4.61. Утки морянки в разводе на Обь-Енисейском мелководье во время отдыха при пролете к местам обитания



Рис. 4.62. Стая морянок над разводьем вблизи полуострова Ямал



Рис. 4.63. Предгнездовые скопления морянок в районе о. Белый Карского моря 10 мая 2014 г.

Даты и маршруты перемещений пролетных скоплений уток западносибирских популяций в южной части Карского моря недостаточно хорошо изучены. На фрагментарный характер исследований данного района оказывает влияние ледовый покров и, в частности, состояние заприпайной Ямальской полыньи, которая 29 апреля 2013 г. также была свободна от льда, благодаря чему были отмечены крупные скопления гаг, передвигающиеся на весеннем пролете близко к матерiku. Вблизи о. Белый наблюдались пролетные стаи гаг (1078 особей), большая часть которых (870) была определена как обыкновенные гаги, а прочие (208) – как гребенушки [Баданин, 2014].

Табл. 7. Видовой состав и относительная частота встречаемости птиц (экз/100 км маршрута) на линейных трансектах в апреле – мае 2014 г.

Вид	Дата									
	16.04	21.04	22.04	23.04	24.04	25.04	09.05	10.05	11.05	12.05
Бургомистр <i>Larus hyperboreus</i> (рис. 4.64)	1,13	–	2,72	1,15	1,53	2,50	7,50	–	5,00	–
Моевка <i>Rissa tridactyla</i>	–	–	3,18	1,15	–	–	–	–	8,33	14,00
Сизая чайка <i>Larus canus</i>	–	1,53	–	–	–	–	–	–	–	–
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	–	–	0,45	–	–	–	–	–	–	4,50
Обыкновенная гага <i>Somateria mollissima</i>	4,52	2,30	2,27	25,76	–	–	–	–	–	1,00
Гага-гребенушка <i>Somater Somateria spectabilis</i>	–	–	16,36	0,76	–	–	–	–	–	–
Морянка <i>Clangula hyemalis</i>							–	2165,74	–	–
Толстоклювая кайра <i>Uria lomvia</i>	–	–	4,09	–	–	–	–	–	45,83	30,50
Чистик <i>Cerpphus grille</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	1,66	–
Средний поморник <i>Stercorarius pomarinus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1,5



Рис. 4.64. Чайка бургомистр



В мае 2014 г. в районе Обь-Енисейского мелководья гаги не отмечались, а массовым пролетным видом была морянка (в среднем 1288 экз/100 км). Многочисленным был средний поморник – 49 экз/100 км, совершенно не наблюдавшийся в 2011–2012 гг. [Горяев, Кузнецов, 2012]. 11 мая в проливе Карские Ворота были отмечены 2 особи свиристея (рис. 4.65).

Рис. 4.65. Свиристеи в проливе Карские Ворота 11 мая 2014 г.

Териологические наблюдения. Наблюдения проводились с пеленгаторной палубы или ходовой рубки высотой 20–25 м в светлое время суток. Для уточнения видовой принадлежности использовался 10-х бинокль. Отмечались все виды китообразных, ластоногих и хищных, а также их следы, размер групп, пол, возраст, сопутствующая ледовая и погодная обстановка. Измерения сопутствующей температуры воздуха и скорости ветра осуществлялись судовой метеостанцией.

В период экспедиции были отмечены следующие виды морских млекопитающих и хищных (рис. 4.66):

1. Белый медведь *Ursus maritimus*.
2. Морской заяц *Erignathus barbatus*.
3. Кольчатая нерпа *Phoca hispida*.
4. Атлантический морж *Odobenus rosmarus*.
5. Гренландский тюлень *Pagophilus groenlandica*.
6. Белуха *Delphinapterus leucaus*.

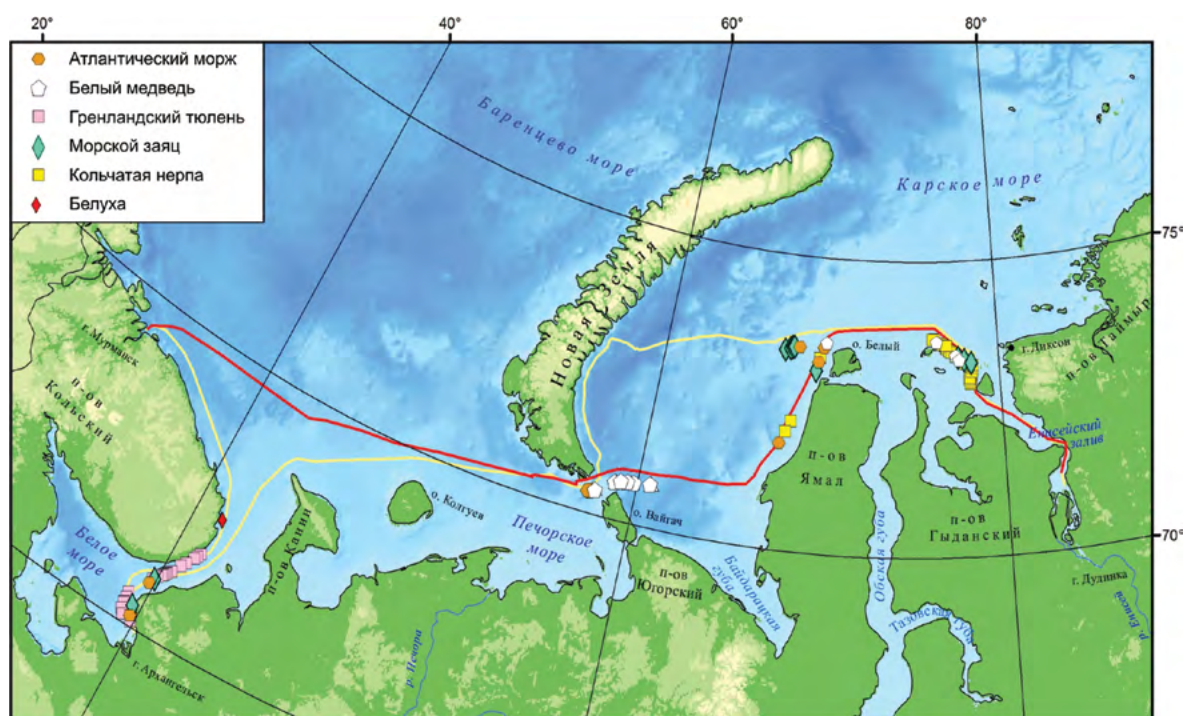


Рис. 4.66. Места встреч млекопитающих в Баренцевом, Белом и Карском морях в апреле – мае 2014 г.

Белый медведь. Судовой учет белых медведей проводился с фиксацией даты, времени и координат учетного маршрута, мест обнаружения белых медведей или их следов, дистанции проявления реакции избегания, особенности ледовой обстановки. Учитывались также основные объекты питания медведей (кольчатая нерпа, морской заяц) и признаки их обитания (лазки и продухи во льду). По результатам многолетних измерений среднее расстояние обнаружения медведей составило приблизительно 1 км. Таким образом, ширина учетной трансекты для белого медведя была принята за 2 км [Матишов и др., 2013].

Всего за период экспедиции в Карском море отмечено 12 особей медведей в 7 встречах (4 одиночные взрослые особи и 3 семейные группы) (табл. 8, рис. 4.67). В Карском море в пригодных для обитания медведей льдах пройдено 580 км маршрута (из 970 отработанных километров), остальная часть была пройдена по открытой воде или в сильно разреженных льдах. Количество обнаружений медведей составило 2,06 на 100 км маршрута при встречаемости (отдельная особь или группа приравнивается к одной встрече) 1,20 на 100 км маршрута. Примечательно, что среднее количество обнаружений медведей в южной части Карского моря на отдельных маршрутах в 1997–2013 гг. составило $1,12 \pm 0,12$ на 100 км маршрута, а встречаемость за тот же период составила $0,74 \pm 0,08$ на 100 км маршрута [Матишов и др., 2013]. Также учтено 6 следов медведей (следы семей приняты за одно пересечение маршрута).

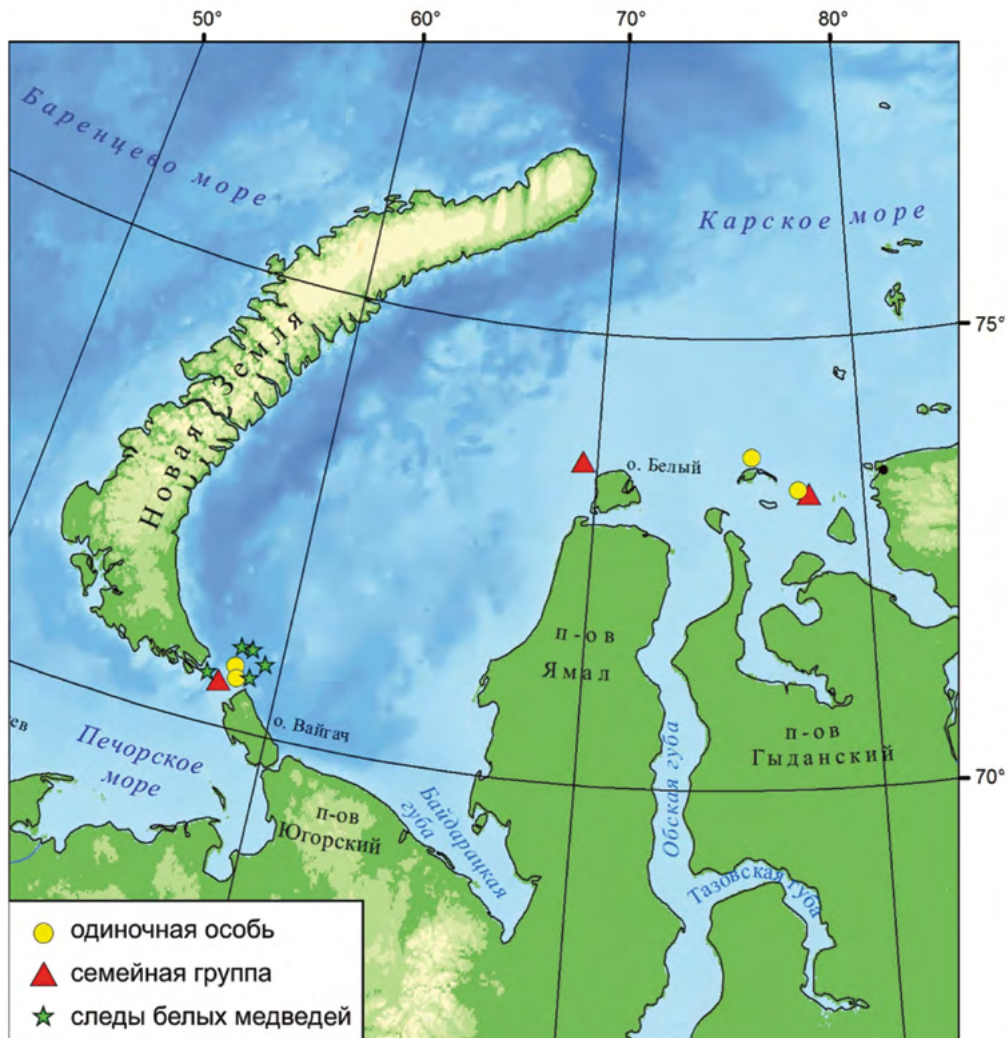


Рис. 4.67. Карта-схема встреч белых медведей и их следов в Карском море в апреле – мае 2014 г.

Табл. 8. Координаты встреч белых медведей и их следов в Карском море

Дата	Широта	Долгота	Описание встречи
24.04.2014	73,59467	69,59050	Семья (самка и 2 медвежонка 2 лет)
25.04.2014	73,41983	77,45083	Одиночный медведь
25.04.2014	73,34950	77,66850	Семья (самка и 2 медвежонка 1–2 лет)
09.05.2014	73,65900	76,32100	Одиночный медведь
11.05.2014	70,75217	60,77450	След одиночного медведя
11.05.2014	70,69333	59,73100	След одиночного медведя
11.05.2014	70,68750	59,61200	След одиночного медведя
11.05.2014	70,67467	59,25733	След одиночного медведя
11.05.2014	70,66967	59,17533	Одиночный медведь
11.05.2014	70,64950	58,94750	След одиночного медведя
11.05.2014	70,64383	58,88250	Одиночный медведь
11.05.2014	70,43900	57,90450	Следы семьи из 2 медведей
11.05.2014	70,41183	57,77467	Семья (самка и 1 медвежонок 1–2 лет)

Доля семейных групп в популяции и размер выводка. Доли одиночных особей и семейных групп по результатам учета составили 57 % и 43 %, что соответствует многолетним данным. Хотя в последние годы (2011–2013) отмечается тенденция к преобладанию семейных групп. В среднем за период наблюдений 1997–2013 гг. по трассе СМП одиночные медведи составили 65 %, самки с медвежатами всех возрастов – 35 % [Матишов и др., 2013]. Средний размер выводка оказался немного выше среднего по многолетним данным – 1,66 медвежонка 1–2 лет на самку. Средний размер выводка, рассчитанный по встречам семей с 1–2-годовалыми медвежатами (рис. 4.68, 4.69), по многолетним данным, составил 1,4 медвежонка [Матишов и др., 2013].



Рис. 4.68. Самка белого медведя с годовалыми медвежатами на Обь-Енисейском мелководье



Рис. 4.69. Белые медведи в районе пролива Карские Ворота 11 мая 2014 г.

Поведение медведей при встрече с судном. Встреченные одиночные особи и семьи медведей индивидуально реагировали на проходившее мимо них судно. Ниже приведены описания поведения медведей во время встречи с судном:

1. Семья (самка и 2 медвежонка 2 лет), обнаружена 24 апреля в 25 км к северо-западу от о. Белый. Сначала была обнаружена самка, находящаяся в 1,5 км от судна. По мере приближения были обнаружены 2 медвежонка на значительном удалении от медведицы. Реакция животных на судно спокойная, но, когда судно подошло к самке на расстояние 300–400 м, она начала движение в сторону медвежат. Когда семья воссоединилась, животные вместе продолжили движение параллельно курсу судна (рис. 4.70–4.71).



Рис. 4.70. Самка белого медведя с двумя медвежатами 2 лет в районе о. Белый 24 апреля 2014 г.



Рис. 4.71. Самка с медвежатами – реакция на ледокол: «любопытство»

2. Одиночный медведь, обнаружен 25 апреля в 20 км к востоку от о. Вилькицкого на расстоянии 1 км от судна. Вел себя спокойно (лишь изредка втягивал воздух), внимания на судно не обращал.

3. Семья (самка и 2 медвежонка 1–2-х лет), обнаружена 25 апреля в 30 км к востоку от о. Вилькицкого. Находилась слева относительно курса судна и занималась обследованием разводья. Подпустив судно на расстояние 500 м, медведи начали реагировать на судно негативно. Сначала поспешное движение от судна начала самка, следом за ней побежали и медвежата. Время от времени останавливались, оглядывались на судно и затем продолжали движение (рис. 4.72).



Рис. 4.72. Самка белого медведя с двумя медвежатами 1–2 лет в районе о. Вилькицкого 25 апреля 2014 г.

4. Одиночный медведь, обнаружен 9 мая в 12 км к северу от о. Вилькицкого на расстоянии 500 м от судна. Спокойно продолжал движение параллельно курсу судна, изредка останавливался, чтобы приглядеться к судну.

5. Одиночный медведь, обнаружен 11 мая на входе в пролив Карские Ворота в 22 км к северо-востоку от о. Вайгач на расстоянии 1 км от судна. Вел себя спокойно, сел на задние лапы и следил за перемещением судна.

6. Одиночный медведь, обнаружен 11 мая на входе в пролив Карские ворота в 18 км к северу от о. Вайгач на расстоянии 1 км от судна (рис. 4.73–4.45). Вел себя спокойно, даже, можно сказать, проявлял любопытство. Приблизился к судну на расстояние 200 м, а когда судно прошло, начал обследовать канал.



Рис. 4.73. Белый медведь на большом расстоянии от судна не испытывает беспокойства



Рис. 4.74. Настороженное поведение белого медведя, наблюдающего за ледоколом



Рис. 4.75. Спокойная реакция белого медведя на проходящий лед

7. Семья (самка и медвежонок 1–2 лет), обнаружена 11 мая на выходе из пролива Карские Ворота на льдине среди тертого льда. На расстоянии 500 м начали поспешное движение от судна. Двигались быстро, то и дело проваливаясь в воду. Добравшись до крупной льдины, остановились, чтобы оглянуться на судно (рис. 4.76–4.80).



Рис. 4.76. Самка с медвежатами – реакция на ледокол: «обнюхивание»



Рис. 4.77. Самка с двухгодовалым медвежонком в Енисейском заливе



Рис. 4.78. Самка белого медведя и медвежонок в районе пролива Карские Ворота 11 мая 2014 г.



Рис. 4.79. Самка и годовалый медвежонок – реакция на ледокол: «оценка обстановки»



Рис. 4.80. Самка и годовалый медвежонок – реакция на ледокол: «бегство»

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Гренландский тюлень. Всего в Белом море учтено 6279 особей гренландских тюленей (рис. 4.81–4.86, табл. 9). Были отмечены как одиночные особи, так и массовые залежки (16.04 и 21.04). Локальная плотность залежки тюленей 16.04 (учет невооруженным глазом) составила 32,9 особи/км², а 21.04 – 9,5 особи/км². В целом частота встречаемости гренландских тюленей в Белом море для учета невооруженным глазом за 2 дня наблюдений (439,5 км) составила 1428,6 особей на 100 км маршрута.



Рис. 4.81. Карта-схема наблюдений гренландских тюленей в Белом море в апреле 2014 г.



Рис. 4.82. Гренландские тюлени на льдах Белого моря



Рис. 4.83. Присутствие разводий – необходимое условие ценной залежки гренландских тюленей



Рис. 4.84. Детеныш гренландского тюленя на стадии «серка»



Рис. 4.85. Детеныши гренландского тюленя в период линьки



Рис. 4.86. Массовая залежка гренландских тюленей в типичных ледовых условиях.
Белое море, 16 апреля 2014 г.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Табл. 9. Координаты встреч гренландских тюленей в Белом море

Дата	Широта	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, °С	Описание
16.04.2014	66,72783	41,18617	Чистая вода	6	2	2 тюленя в воде
16.04.2014	66,66450	41,08617	Чистая вода	6	2	1 тюленя в воде
16.04.2014	66,61050	41,00400	Чистая вода	6	2	2 тюленя в воде
16.04.2014	66,46967	40,78133	Чистая вода	6	2	2 тюленя в воде
16.04.2014	66,38300	40,62800	Чистая вода	6	2	1 тюленя в воде
16.04.2014	66,22033	40,39483	Чистая вода	3	3	2 тюленя в воде
16.04.2014	66,15567	40,26350	Поля мелко-битого льда	3	3	15 тюленей на льду
16.04.2014	66,13467	40,21750	Поля мелко-битого льда	3	3	3 тюленя на льду
16.04.2014	66,11150	40,16833	Обломки льда	3	3	5 тюленей на льду
16.04.2014	66,09183	40,12850	Поля крупно-битого льда	3	3	4 тюленя на льду
16.04.2014	66,06833	40,07950	Поля крупно-битого льда	3	4	30 тюленей на льду
16.04.2014	66,01733	39,96433	Поля крупно-битого льда	3	4	4 тюленя на льду
16.04.2014	65,95050	39,83767	Поля крупно-битого льда	3	5	3 тюленя на льду
16.04.2014	65,52300	39,19617	Тонкий белый – 7 б., торосы – 1 широкие разводья	3	5	Массовая залежка тюленей на льду: 5805 тюленей: 5 S трансекты – 76 км ²
16.04.2014	65,43100	39,20900				
16.04.2014	65,34733	39,21783				
16.04.2014	65,33033	39,21950				
16.04.2014	65,22917	39,26400				
16.04.2014	65,14833	39,38983				
21.04.2014	65,11633	39,83100	Тонкий белый – 6 б., торосы – 1 разводья	8	9	Массовая залежка тюленей на льду: 400 тюленей: 5 S трансекты – 42 км ²
21.04.2014	65,19700	39,71567				

Кольчатая нерпа и морской заяц. В период экспедиции отмечено 109 особей кольчатой нерпы и 13 особей морского зайца (табл. 10, 11, рис. 4.87–4.90). На участке о. Вилькицкого – о. Сибирякова (240 км) отмечено 106 особей нерпы при плотности залежки 0,11 особей/км² и частоте встречаемости 44,16 особей/100 км маршрута. Три одиночные особи нерпы отмечены на участке о. Белый – северо-западная оконечность п-ва Ямал при плотности залежки 0,0034 особей/км² и частоте встречаемости 1,36 особей/100 км маршрута. Встречаемость морского зайца на участке о. Вилькицкого – о. Сибирякова (240 км) составила 1,25 особей/100 км маршрута.

Морской заяц (рис. 4.87), кольчатая нерпа и гренландский тюлень хорошо заметны примерно в 1,5–1,8 км, ширина трансекты для них принята за 3 км. Дистанции обнаружения приводятся для благоприятных условий наблюдения – при отсутствии слепящего «контрового» света солнца и его отблесков на льду и незначительного торшения льда.



Рис. 4.87. Морской заяц в Белом море
21 апреля 2014 г.

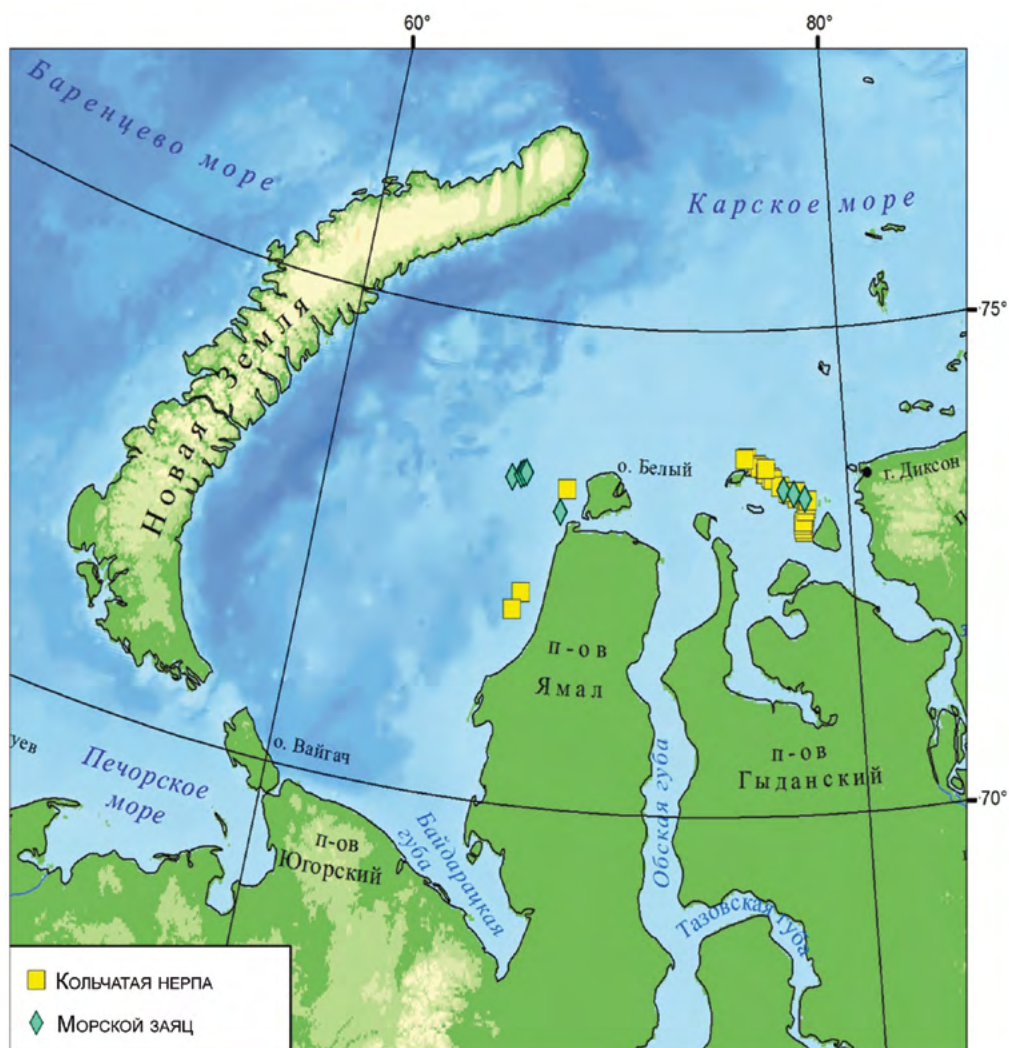


Рис. 4.88. Карта-схема встреч кольчатых нерп и морских зайцев в апреле – мае 2014 г.



Рис. 4.89. Небольшие разводья в сплоченном льду – характерные места обитания морских зайцев



Рис. 4.90. Обширные разводья в районе Обь-Енисейского мелководья – места концентрации ластоногих

Табл. 10. Координаты наблюдений кольчатых нерп в Карском море

Дата	Широта	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, °С	Описание встречи
25.04.2014	73,72450	76,18717	Средний серо-белый – 10 б., нилас	5	–8	2 нерпы на льду
25.04.2014	73,65433	76,56167	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–8	2 нерпы на льду
25.04.2014	73,62417	76,65850				1 нерпа в воде
25.04.2014	73,56450	76,88933	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–6	1 нерпа на льду
25.04.2014	73,55833	76,91583	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–6	1 нерпа на льду
25.04.2014	73,51783	77,07367	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–5	3 нерпы на льду
25.04.2014	73,49433	77,16717	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–5	2 нерпы на льду

Дата	Широта	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, °С	Описание встречи
25.04.2014	73,41983	77,45083	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–5	5 нерп на льду
25.04.2014	73,35450	77,72533	Средний серо-белый – 10 б., нилас	4	–5	4 нерпы на льду
25.04.2014	73,34017	77,83633	Средний серо-белый – 10 б., нилас	2	–6	3 нерпы на льду
25.04.2014	73,29750	78,04900	Средний серо-белый – 10 б., нилас	2	–6	7 нерп на льду
25.04.2014	73,18167	78,44250	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья	3	–6	8 нерп на льду
25.04.2014	73,15383	78,38600	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья	3	–6	2 нерпы на льду
25.04.2014	73,10383	78,37483	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья	3	–6	9 нерп на льду
25.04.2014	73,03267	78,33750	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья	3	–6	5 нерп на льду
25.04.2014	72,94950	78,30417	Тонкий белый – 9 б., нилас, разводья	3	–6	30 нерп на льду
09.05.2014	72,98117	78,27367	Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья	10	–1	5 нерп на льду
09.05.2014	73,02217	78,24767	Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья	10	–1	2 нерпы на льду
09.05.2014	73,05333	78,27650	Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья	10	–1	3 нерпы на льду
09.05.2014	73,15833	78,38833	Тонки белый – 6 б., нилас, разводья	10	–1	2 нерпы на льду
09.05.2014	73,22700	78,44517	Тонкий белый – 6 б., нилас, разводья	12	–3	1 нерпа на льду
09.05.2014	73,26983	78,46900				1 нерпа в воде
09.05.2014	73,35817	78,05667	Тонкий белый – 5 б., торосы – 2, нилас	12	–3	3 нерпы на льду

Дата	Широта	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, °С	Описание встречи
09.05.2014	73,36400	77,91150	Тонкий белый – 5 б., торосы – 2, нилас	12	–3	2 нерпы на льду
09.05.2014	73,60683	76,89533				1 нерпа в воде
09.05.2014	73,72000	76,08183	Средний белый – 9 б., торосы – 3 б., нилас			1 нерпа на льду
10.05.2014	73,33483	69,23667	Тонкий белый – 5 б., торосы – 1, нилас	10	0	1 нерпа на льду
10.05.2014	72,22667	67,84600	Нилас	12	1	1 нерпа на льду
10.05.2014	72,04783	67,59083	Нилас	12	1	1 нерпа на льду

Табл. 11. Координаты наблюдений морских зайцев в Карском и Белом морях

Дата	Широта	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, °С	Описание встречи
21.04.2014	65,33467	39,62550	Крупнобитый лед	7	9	1 заяц на льду
21.04.2014	65,92117	39,92650	Мелкобитый лед	10	5	2 зайца на льду
24.04.2014	73,39217	67,09733	Средний белый – 9 б., нилас	2	–10	1 заяц на льду
24.04.2014	73,42250	67,42050	Средний белый – 9 б., нилас	4	–10	1 заяц на льду
24.04.2014	73,44700	67,53717	Средний белый – 9 б., нилас	4	–10	1 заяц на льду, 1 – в воде
24.04.2014	73,45417	67,63817	Средний белый – 9 б., нилас	2	–10	2 зайца в воде
25.04.2014	73,37250	77,57450	Средний серо-белый – 9 б., нилас	4	–5	1 заяц на льду
25.04.2014	73,32683	77,94867	Средний серо-белый – 10 б., нилас	2	–6	1 заяц на льду
25.04.2014	73,27317	78,36750	Средний серо-белый – 10 б., нилас	2	–6	1 заяц на льду
10.05.2014	73,08750	69,05917	Тонкий белый – 5 б., нилас	10	1	1 заяц на льду

Атлантический морж. За период экспедиции учтено 10 моржей. 8 моржей отмечены на льду, 2 – в воде. В Белом море отмечено 4 особи при 2 встречах (отмечена семейная группа из 3 моржей) (табл. 12; рис. 4.91–4.93).

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Табл. 12. Координаты встреч атлантического моржа в Баренцевом море

Дата	Ширина	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, °С	Описание встречи
21.04.2014	65,19700	39,71567	Поля крупнобитого льда	8	9	1 морж на льду
21.04.2014	65,84800	39,77700	Поля крупнобитого льда	10	5	3 моржа на льду
24.04.2014	73,49450	67,97383	Средний белый – 9 б., нилас	2	-10	1 морж на льду
10.05.2014	73,51883	69,45117	Тонкий белый – 5 б.	7	0	2 моржа на воде
10.05.2014	73,26617	69,19100	Тонкий белый – 5 б.	7	0	1 морж на льду
10.05.2014	71,83433	67,30750	Поля мелкобитого льда	12	0	1 морж на льду
11.05.2014	70,37583	57,65900	Поля мелкобитого льда	4	3	1 морж на льду

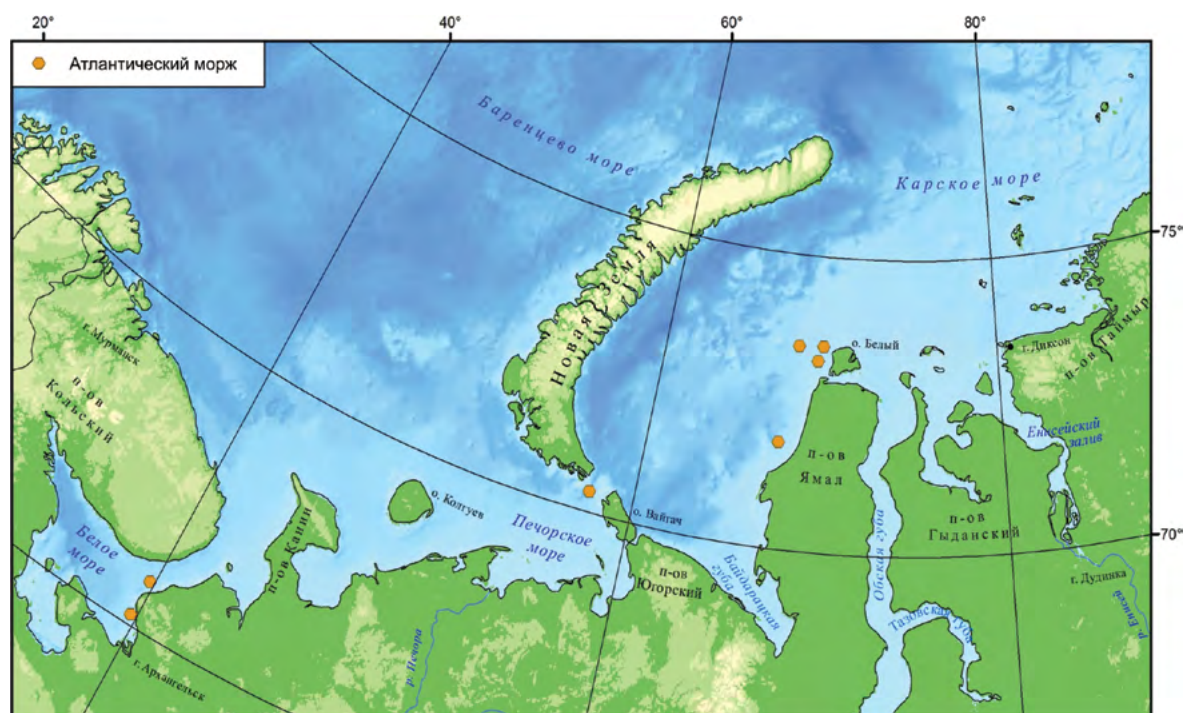


Рис. 4.91. Карта-схема встреч атлантических моржей в Белом и Карском морях в апреле – мае 2014 г.



Рис. 4.92. Атлантические моржи в Белом море, 21 апреля 2014 г.



Рис. 4.93. Мелкобитые льды в Печорском море – места концентрации атлантического моржа

Белуха. В ходе экспедиции наблюдались 5 особей белух 16 апреля в Белом море в 200 м от судна (табл. 13, рис. 4.94).

Табл. 13. Координаты встреч белух в Баренцевом море

Дата	Ширина	Долгота	Ледовая обстановка	Ветер, м/с	Температура воздуха, 0С	Описание встречи
16.04.2014	67,41150	41,32367	6	2		5 особей



Рис. 4.94. Наблюдения за морскими млекопитающими с борта д/э «Норильский никель»

Успешное выполнение научной программы Международного полярного года 2007/2008 стало стимулом к расширению тематики и географии полярных исследований. Для Мурманского морского биологического института это означало необходимость сохранения многолетних научных программ и освоения новых направлений экспедиционной деятельности. В 2012–2014 гг. был продолжен цикл экспедиционных работ на ледоколах и судах ледового класса, работающих на трассе Севморпути (рис. 4.95, 4.96). Проведены гидрометеорологические и гидрохимические исследования, впервые в мировой практике апробированы на трассе Севморпути отрывные зондирующие системы ХСТД и ХВТ. Выполнены наблюдения за морскими птицами, морскими млекопитающими и белыми медведями.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Научные результаты весенней экспедиции 2014 г. характеризуют состояние морской экосистемы на спаде волны потепления, который за последнее десятилетие отразился на всех уровнях морской биоты. Стабилизация ледовых условий скажется на морской фауне непосредственно – в результате изменения экологических ниш, и косвенно – вслед за изменениями условий хозяйственной деятельности в Арктике. На акваториях, закрытых льдом, уменьшается судоборот и изменяется тактика ледового плавания (рис. 4.97–4.99), снижается промысловая нагрузка, ухудшаются условия добычи и транспортировки нефти и газа. Поэтому исследования, о которых идет речь в данной работе, остаются актуальными и требуют стабильного технического, финансового и кадрового обеспечения.



Рис. 4.95. Ледокол «Таймыр» в сплоченных льдах средней мощности



Рис. 4.96. Портовый ледокол «Дудинка»



Рис. 4.97. А/л «Вайгач» осуществляет ледовую проводку каравана судов в Енисейском заливе 9 мая 2014 г.



Рис. 4.98. Ледяной покров в месте взлома корпусом дизель-электрохода



Рис. 4.99. Крупные ледовые поля при сплоченности 9–10 баллов – типичная картина в Карском море для зимы 2013–2014 гг.

Глава 5

НОВОЗЕМЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ ПОЛИГОН И РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ И БИОТЫ

Новоземельский ядерный полигон – центральный ядерный полигон Российской Федерации на архипелаге Новая Земля (входит в Архангельскую область) между Баренцевым и Карским морями, был создан в 1954 г. для проведения испытаний ядерного оружия мегатонного класса. Полигон занимает территорию в 90,2 тыс. кв. км, из них 55 тыс. кв. км приходится на сушу. Включает три основные площадки: залив Черная Губа, южный берег пролива Маточкин Шар и Д-II Северный испытательный полигон «Новая Земля» (СИПНЗ) на полуострове Сухой Нос. Всего же с 21 сентября 1955 г. по 24 октября 1990 г. на Новой Земле было проведено 132 ядерных взрыва: 87 атмосферных (в том числе 84 воздушных), 1 наземный (7 сентября 1957 г.), 2 надводных (27 октября 1961 г. и 22 августа 1962 г.), 3 подводных (21 сентября 1955 г., 10 сентября 1957 г., 23 сентября 1961 г.) и 42 подземных. 21 сентября 1955 г. на площадке Черная Губа на глубине 12 м был произведен первый в СССР подводный ядерный взрыв заряда РДС-9 торпеды Т-5 (энерговыведение составило 3,5 килотонны) [Матишов и др., 2004].

В монографии [Matishov D., Matishov G., 2004] обобщены результаты многолетних исследований источников и путей переноса искусственных радионуклидов в морях Арктики, выявлены районы с высокими уровнями загрязнения среды и гидробионтов, отмечена высокая сорбционная емкость донных отложений к долгоживущим радиоизотопам (рис. 5.1).

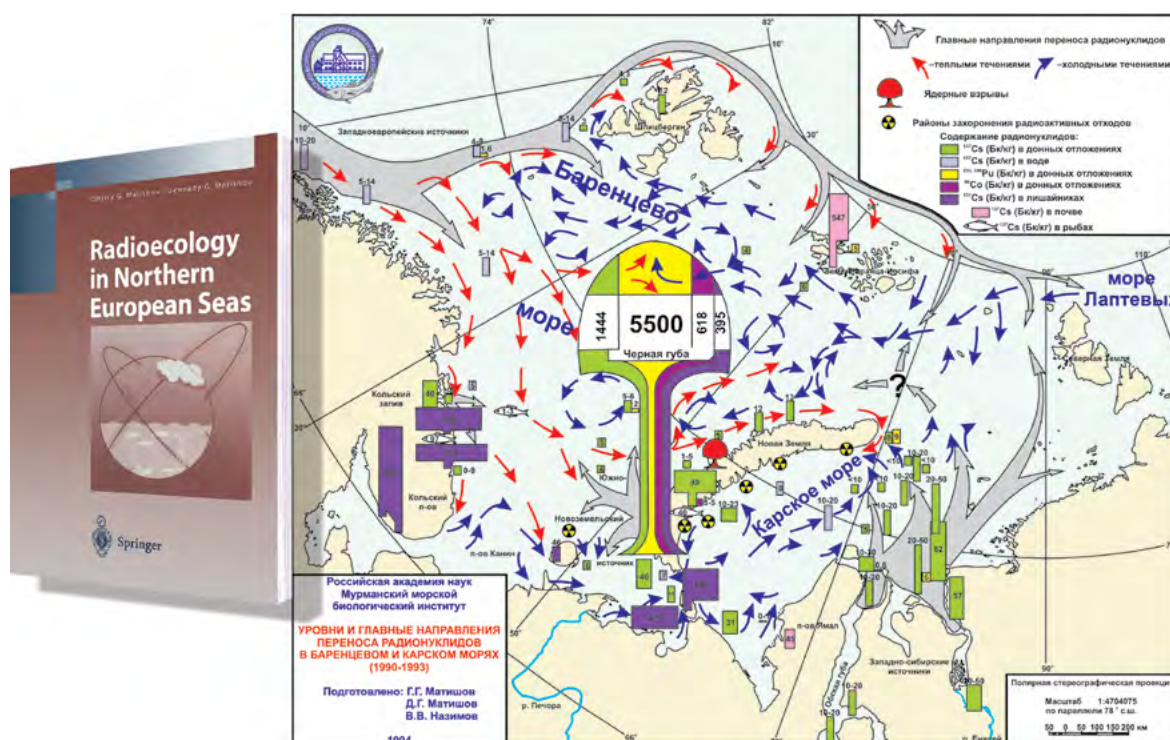


Рис. 5.1. Уровни и основные направления переноса радионуклидов в Баренцевом и Карском морях (по: [Matishov D., Matishov G., 2004; Матишов и др., 2004, 2009])

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Губа Черная является морской частью Новоземельского ядерного полигона. В губе непосредственно проводились подводные и наземные испытания ядерного оружия в 1955, 1957 и 1961 гг. [Адушкин В.В., Христофоров, 2006]. Исследованиями, выполненными в 1992 г. в губе Черной (рис. 5.2), было установлено, что среди радиоактивных загрязнителей основными были трансурановые элементы – $^{239, 240}\text{Pu}$, ^{241}Am , а также ^{137}Cs и ^{60}Co . Концентрация $^{239, 240}\text{Pu}$ в донных отложениях разных частей губы колебалась от 400 до 11 148 Бк/кг. Наблюдалось высокое содержание ^{60}Co – от 20 до 618 Бк/кг – и ^{137}Cs – от 100 до 1 450 Бк/кг [Matishov D., Matishov G., 2004; Атлас радиоактивного загрязнения ... 1998].



Рис. 5.2. Рабочие моменты экспедиции в губе Черной, июль 1992 г.
(на фото слева направо: Д.Г. Матишов, С. Дале, Г.Г. Матишов)

Принято считать, что глобальные выпадения могут определять концентрацию $^{239, 240}\text{Pu}$ до 1–3 Бк/кг. Природа более высоких концентраций обусловлена местной эмиссией изотопов. Перенос загрязненных осадков и взвесей из губы Черной, их переотложение в море стали причиной повышенного содержания $^{238, 240}\text{Pu}$ на участках шельфа юго-восточной части Баренцева моря и в южной части Новоземельской впадины в Карском море – 13–15 Бк/кг. В зоне влияния новоземельских могильников в заливах Абросимова и Степового, стоков атомных заводов Красноярска в Енисейской губе содержание $^{238, 240}\text{Pu}$ в илах колеблется от 6 до 20 Бк/кг.

Радиоактивное загрязнение морей Арктики стало объективной реальностью с 1955 г. – после первого испытания атомного оружия на архипелаге Новая Земля. С тех пор долгоживущие техногенные радионуклиды распространились повсеместно по всем арктическим акваториям. При глобальном распространении техногенных радионуклидов на состояние отдельно взятых участков влияет в основном транзит загрязнителей и вторичные источники загрязнения.

Риски радиационного загрязнения при любых эпизодических инцидентах с использованием источников ядерной энергии и обращением с радиоактивными отходами требуют постоянного изучения. Примерами служат крупнейшие аварии на Чернобыльской АЭС и АЭС «Фукусима Дайичи», гибель подводных лодок «Комсомолец» и «Курск», авария в хранилище радиоактивных отходов в губе Андреева, затонувшая у входа в Кольский залив подводная лодка К-159, захоронения РАО вблизи Новой Земли и др. Однако современное радиоэкологическое загрязнение морей ассоциировалось в первую очередь с переносом радиоактивных загрязнителей течениями из Северной Атлантики и атмосферными выпадениями. Поступающие в Баренцево море и Арктический бассейн воды ветвей Северо-Атлантического течения на своем пути загрязнялись сбросами отходов западноевропейских радиохимических предприятий. В основном это сбросы в Ирландское море стоков комбината «Селлафилд» [Вакуловский и др., 1985; Matishov D., Matishov G., 2004]. В 1950–1990-е гг. загрязнение арктических морей в основном определялось источниками регионального масштаба, напри-

мер объемами стоков с западноевропейских заводов «Селлафилд» и «Ла-Хаг», а также с сибирских радиохимических заводов. Для Карского моря к источникам относились красноярские радиохимические комбинаты «Маяк» и «Томск-7», радиоактивные «могильники» в заливах (Абросимова, Степового, Цивольки) на Новой Земле. В Мурманской области опасные радиационные объекты – локальные источники – сконцентрированы в губах Кольского и Мотовского заливов, а также в районе пролива Йоканьгский рейд. Примеры локальных и региональных источников, а также уровни загрязнения ^{137}Cs морских вод в арктических морях представлены на рисунке 5.3.

К концу 1990-х гг. в морях Северного Ледовитого океана объемная активность ^{137}Cs в поверхностных водах снизилась и, в зависимости от района, варьировала от 2 до 15 Бк/м³. Произошло выравнивание с загрязненностью поверхностных вод Норвежского течения – вблизи мыса Нордкап у границ с Кольским полуостровом (4,0–15,0 Бк/м³).

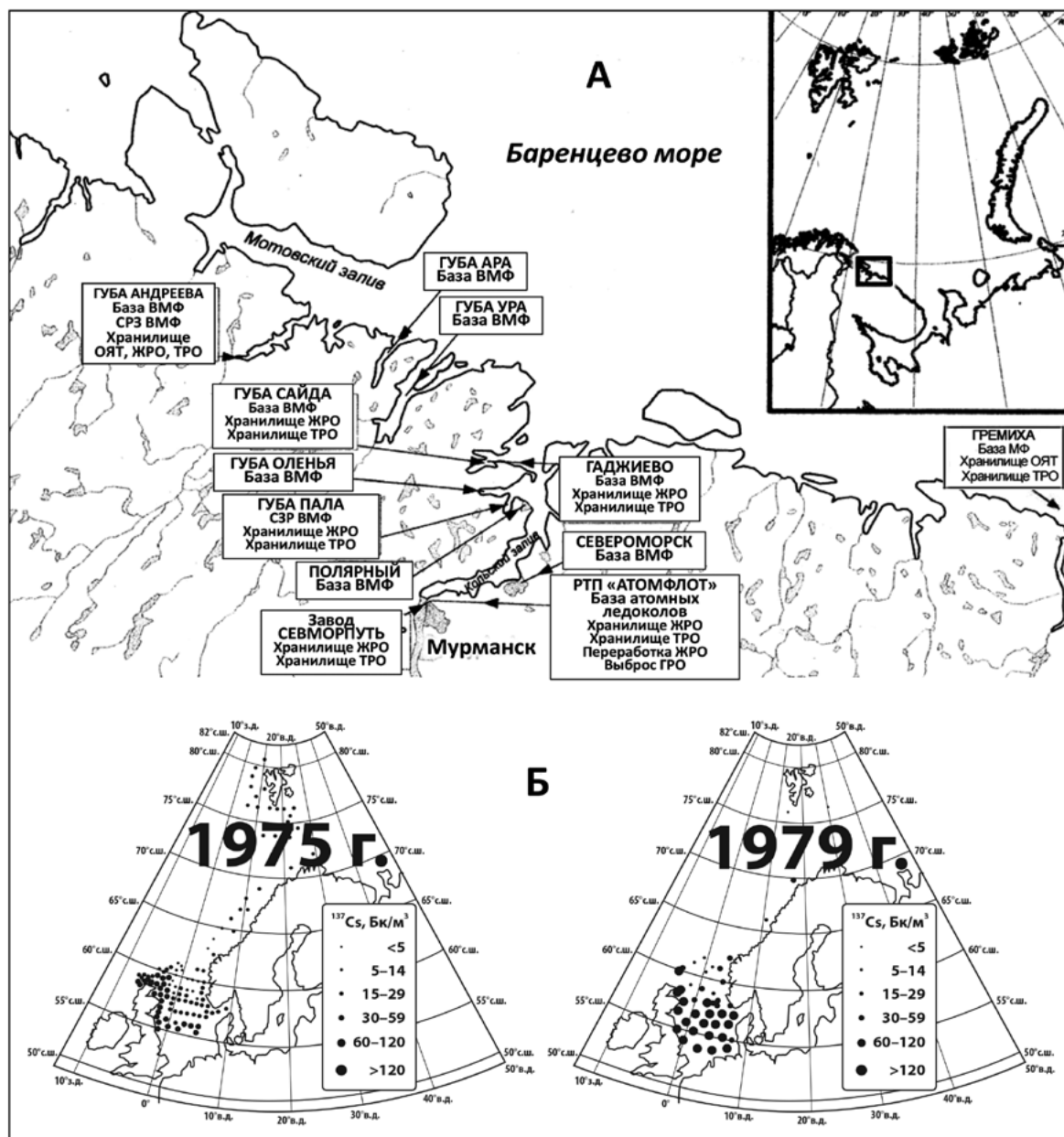


Рис. 5.3. Расположение источников радиоактивного загрязнения на побережье Кольского и Мотовского заливов (а); распределение ^{137}Cs в водах Северного, Норвежского, Гренландского и Баренцева морей в 1975 и 1979 гг. (б)

Исследование Арктической зоны Заполярья России

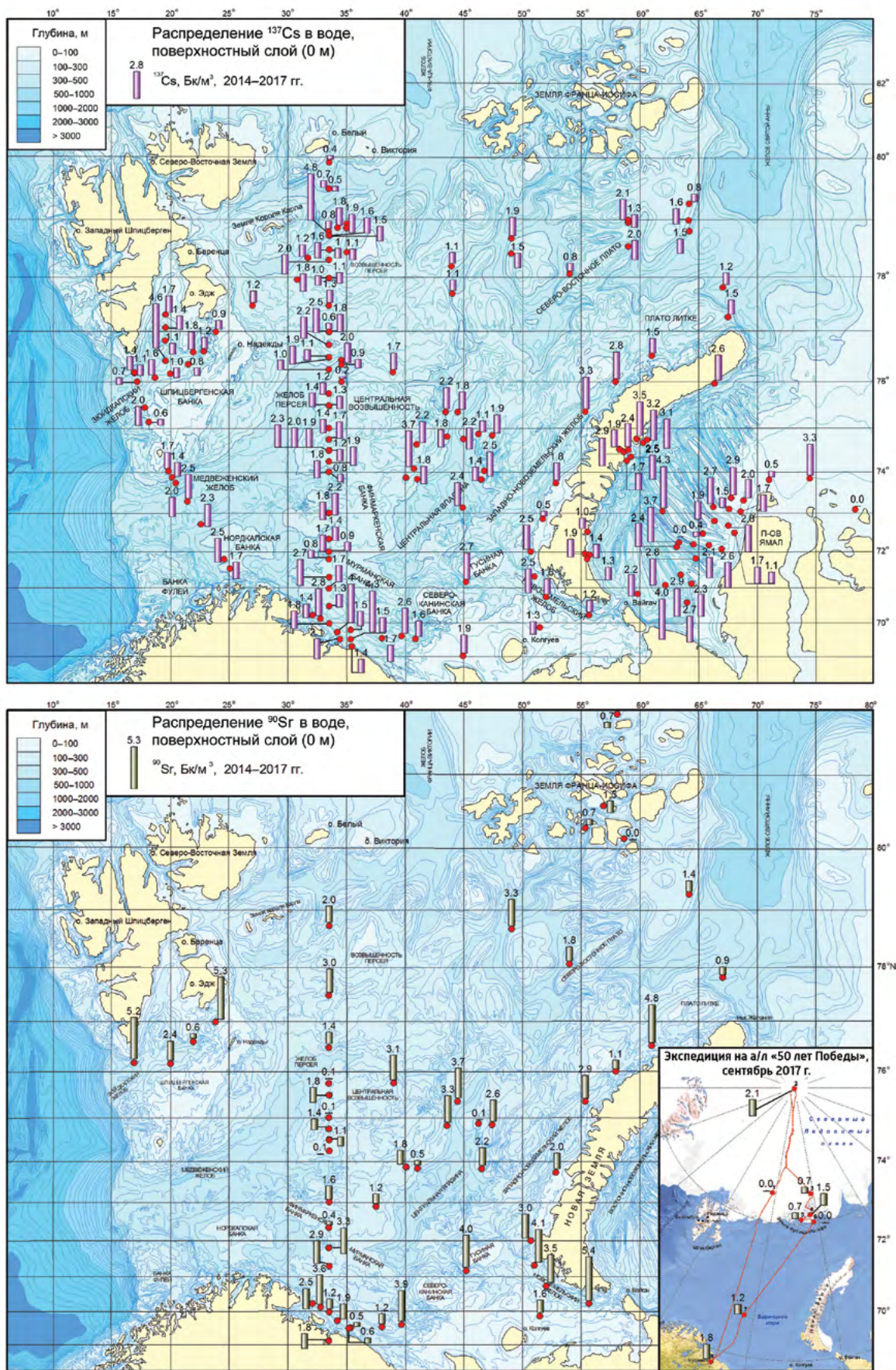


Рис. 5.4. Распределение удельной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в водных массах Баренцева и Карского морей в 2014–2017 гг., Бк/м³

В первой декаде XXI в. в донных отложениях Баренцева моря минимальные уровни накопления ^{137}Cs (0,5–2,9 Бк/кг) и ^{90}Sr (0,1–2,0 Бк/кг) были обнаружены в открытых районах моря, где основным породообразующим минералом является кварц, обладающий малой сорбиционной емкостью.

В современный период, по данным 2014–2017 гг., распределение объемной активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в водных массах Баренцева и Карского морей отличается однородностью, уровни загрязнения не превышают фоновых значений (рис. 5.4). Донные отложения заливов и губ Баренцева моря в 2015–2018 гг. также сохраняют фоновое содержание радионуклидов. В губах южной части моря содержится 1,5–3 Бк/кг ^{137}Cs , 0,6–1,9 Бк/кг ^{90}Sr (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в донной фауне арктического шельфа (2000–2018 гг.)

На отдельных участках литорали Кольского и Мотовского заливов, насыщенных инфраструктурой атомного флота, содержание ^{137}Cs в видах-индикаторах радиоактивного загрязнения – макрофитах – достигало 20–46 Бк/кг сырой массы. Примечательно, что в талломах водорослей были обнаружены также короткоживущие изотопы ^{134}Cs – 1,2 Бк/кг и ^{152}Eu – 4,6 Бк/кг.

Море Лаптевых. На акватории моря Лаптевых, как и Восточно-Сибирского, а также на водосборных территориях этих морей отсутствуют прямые источники техногенных радионуклидов. Главными факторами радионуклидного загрязнения морей являются процессы планетарного перераспределения радиоизотопов посредством атмосферных выпадений, речного стока и морских течений. В море Лаптевых техногенные радионуклиды поступают с морскими течениями из Карского моря через пролив Вилькицкого и вдоль северо-восточной окраины архипелага Северная Земля.

Максимальные концентрации ^{137}Cs тяготеют к северному и западному периферийным участкам моря, куда поступают воды из Карского моря и Северного Ледовитого океана. У архипелага Северная Земля и в проливе Вилькицкого отмечены устойчивые зоны повышенной концентрации ^{137}Cs – в среднем около 2 Бк/м^3 , в отдельных случаях – до $2,5 \text{ Бк/м}^3$. В море Лаптевых нет единой устойчивой циркуляции вод. Поэтому в совокупной системе течений, распадающейся на несколько крупных циклонических круговоротов, образуются обширные линзы вод разной степени смешения морской и опресненной воды крупных рек и с разной концентрацией ^{137}Cs .

Вертикальное распределение объемной активности ^{137}Cs имеет разнонаправленные тенденции, связанные с плотностной неоднородностью вод летом. Однако диапазон концентраций ^{137}Cs в промежуточном и придонном слое воды не отличается от такового в поверхностном слое. Короткоживущий ^{134}Cs – маркер выбросов на АЭС «Фукусима-1» – в море Лаптевых не обнаружен. Содержание ^{90}Sr в водных массах моря изменяется от $0,8$ до 5 Бк/м^3 , но в отдельных случаях возрастает до 10 Бк/м^3 . Однако выраженной закономерности в пространственном распределении ^{90}Sr при анализе современной базы данных не прослеживается. Среднее содержание ^{90}Sr для всей акватории составляет $4,7 \text{ Бк/м}^3$.

Восточно-Сибирское море. Фон техногенных радионуклидов и динамика их концентраций в водной среде Восточно-Сибирского моря в настоящее время изучены недостаточно. В исследованной шельфовой зоне моря концентрацию радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr определяет поток вод из моря Лаптевых и нерегулярный подход атлантических вод со стороны материкового склона. Фон концентраций ^{137}Cs на акватории моря характеризуется как неравномерный, низкоактивный. Средняя объемная активность ниже, чем в море Лаптевых, – $0,9 \text{ Бк/м}^3$. Максимальная концентрация ^{137}Cs ($>2 \text{ Бк/м}^3$) отмечена в северной части шельфа, где возможен эпизодический заход атлантических вод по желобам, выработанным мутьевыми потоками в материковом склоне. У побережья архипелага Новосибирские острова концентрация этого радионуклида не превышает 1 Бк/м^3 , что, очевидно, обусловлено смешением морских вод с береговым стоком. Средняя объемная активность ^{90}Sr в водах равна $5,1 \text{ Бк/м}^3$.

Зообентос. В Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском морях донные беспозвоночные практически повсеместно содержат ^{137}Cs в концентрации $0,1$ – $0,7 \text{ Бк/кг}$. За весь период исследований в открытой части Баренцева моря лишь в одном случае была обнаружена повышенная относительно указанных уровней удельная активность ^{137}Cs – в тканях голотурии ($6,8 \text{ Бк/кг}$), что может быть связано с отбором пробы гидробионта вблизи источника радиоактивного загрязнения. В прибрежье Баренцева моря в 2014 г., в районе хранилища отработанного ядерного топлива в губе Андреева (локальный источник загрязнения) в мидиях *Mytilus edulis* также была обнаружена повышенная удельная активность ^{137}Cs ($9,3 \text{ Бк/кг}$).

Ихтиофауна. После новоземельских ядерных испытаний в атмосфере концентрация ^{137}Cs в треске и сайде, выловленных в Баренцевом море, снижалась следующим образом: 1963 г. – 90 Бк/кг сырой массы, 1968 г. – 10 Бк/кг , 1992–1994 гг. – $0,2$ – $1,0 \text{ Бк/кг}$. В конце XX века рыбы-ихтиофаги, такие как треска, сайда, палтус, скат, не имели высоких концентраций ^{137}Cs . Уровни этого изотопа колебались в основном от $0,2$ до $3,2 \text{ Бк/кг}$. В 2000–2009 гг. все изученные виды рыб Баренцева моря содержали ^{137}Cs не более $0,1$ – $0,3 \text{ Бк/кг}$. В 2010–2013 гг. удельная активность ^{137}Cs в рыбе, выловленной в прибрежных водах Баренцева моря, также была низкой – $0,08$ – $0,1 \text{ Бк/кг}$ (рис. 5.6). Такие величины на два порядка меньше предельно безопасных для употребления в пищу уровней радионуклида в мышечной ткани рыб и морских млекопитающих.



Рис. 5.6. Удельная активность ^{137}Cs в мышцах трески и объемная активность ^{137}Cs в водах Баренцева моря, 1961–2018 гг.

Объемная активность ^{137}Cs в водах арктических морей в последнее десятилетие стабильно находится на низком уровне, что обусловлено общностью глобальных источников радиоактивного загрязнения, действующих в Арктике. Из них наиболее значимы атмосферные выпадения и трансокеанический перенос. Средние для разных морей значения объемной активности ^{137}Cs показывают, что более высокое содержание радионуклида наблюдается в Баренцевом (1,6 Бк/м³) и Карском (1,7 Бк/м³) морях. В море Лаптевых (1,2 Бк/м³) и Восточно-Сибирском (0,7 Бк/м³), которые мало подвержены влиянию Атлантики, отмечается пониженный уровень радиоактивного загрязнения.

Глава 6

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ ОТРАСЛИ (УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ, ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ)

6.1. История и состояние вопроса

Стратегии национальной безопасности Российской Федерации (разных лет) указывали на необходимость разработки механизмов поддержания и развития районов Крайнего Севера. В основу государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 г. (по данным на 2020 г.) положена стратегическая ресурсная база. Моря и прибрежная зона Арктики в настоящее время переживают новый этап промышленного освоения, гораздо более масштабный и технологичный по сравнению с предшествующими этапами советского периода.

Следует отметить, что освоение Арктики проходит в условиях так называемой «постъядерной» эпохи. Применяемые технологические инновации предусматривают в первую очередь использование атомных энергетических установок на трассах Северного морского пути, в том числе работающих в стационарном режиме. К инновационным видам природопользования следует отнести захоронения радиоизлучающих отходов и береговую инфраструктуру гражданского и военного атомного флота, в которой обращаются ядерные энергетические источники (РИТЭГ) и радиоактивные отходы (РАО).

На базе старейших предприятий региона – комбинатов «Североникель» и «Печенганикель» – создано акционерное общество «Кольская горно-металлургическая компания» (АО «Кольская ГМК»). Это ведущий производственный комплекс Мурманской области, дочернее предприятие ПАО «ГМК «Норильский никель»». «Кольская ГМК» представляет собой горно-металлургическое производство, осуществляющее добычу сульфидных медно-никелевых руд и производство цветных металлов, является никелерафинировочным центром всего «Норникеля». Подразделения «Кольской горно-металлургической компании» территориально удалены друг от друга. Они находятся в центре Кольского полуострова – в городе Мончегорске (ранее – комбинат «Североникель») и на северо-западе Мурманской области – в поселке Никель и городе Заполярном (ранее – комбинат «Печенганикель»).

Кроме того, еще в 1930-е гг. XX века донецкие шахтеры стали добывать уголь на шахтах в пос. Пирамиде и Баренцбурге. Продукцию вывозили в Мурманск, Архангельск и т. п. Сейчас заключение контрактов на реализацию угля, добываемого на руднике Баренцбург, происходит ежегодно в рамках плана развития и программы деятельности ФГУП «Государственный трест “Арктикуголь”».

В условиях санкционных ограничений возросла роль портовой и железнодорожной инфраструктуры Кольского залива. Перевалка угля – прибыльное дело. Но сегодня город-порт Мурманск почти перестал пахнуть рыбой. Коптит, пахнет только угольная пыль. Очень редко можно увидеть моряков в форменных костюмах. В настоящее время в основе инновационной деятельности в Арктике лежит освоение нефтегазовых ресурсов: поиск, добыча, переработка и перевозка (рис. 6.1).

Акватория Северного Ледовитого океана является объектом всесторонних национальных и международных исследований многих стран, и в первую очередь приарктических. Интерес России, США, Канады, Норвегии и Дании к арктическим акваториям определяется как оборонно-стратегическими, так и минерально-сырьевыми и экологическими проблемами.

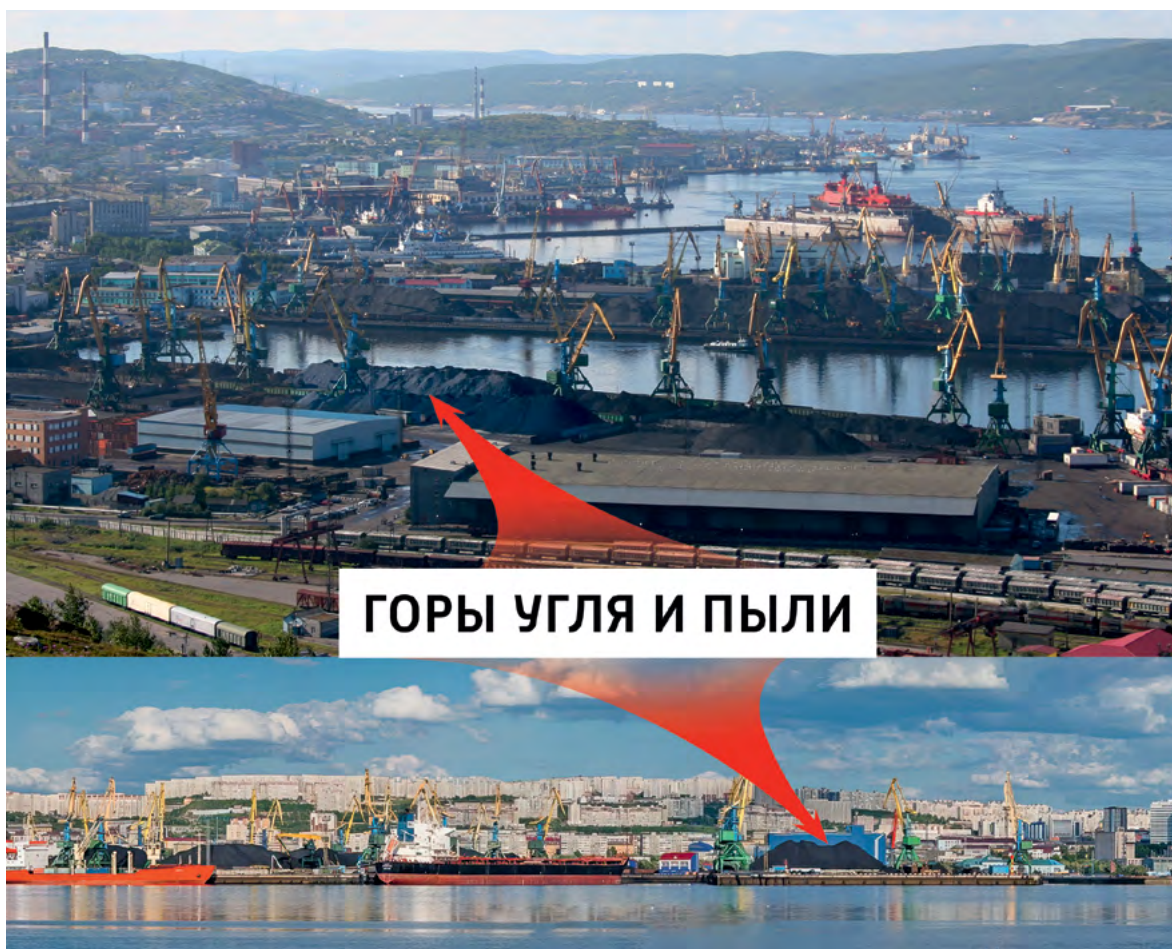


Рис. 6.1. Порты г. Мурманска. Перевалка угля

Арктический шельф РФ по открытым запасам, перспективным и прогнозируемым ресурсам является уникальным резервом углеводородов (87 % начальных суммарных ресурсов (НСР) УВ всего континентального шельфа РФ; наибольшим ресурсным потенциалом обладают Карское и Баренцево моря – 55 % и 34 % НСР углеводородов арктических акваторий соответственно). Вместе с тем арктические акватории характеризуются крайне слабой разведанностью углеводородного потенциала. Так, разведанность НСР свободного газа составляет всего 8,6 %, нефти – 1,0 % и конденсата – 2,2 %. За все время проведения геологоразведочных работ на арктическом шельфе РФ открыто 5 нефтяных месторождений, 2 нефтегазоконденсатных и 1 нефтегазовое, 5 газовых и газоконденсатных. Сегодня на арктическом шельфе геологоразведочные работы на нефть и газ компании-недропользователи (ПАО «НК «Роснефть»», ПАО «Газпром», ПАО «Газпром нефть», ПАО «НК «ЛУКОЙЛ»», ПАО «НОВАТЭК» и др.) ведут на 79 лицензионных участках.

В настоящее время разрабатывается месторождение Приразломное в Баренцевом море (ООО «Газпром нефть шельф»). Добытая нефть танкерами транспортируется на запад на рынки сбыта. Годовая добыча составляет 2,6 млн т, накопленная – 5,9 млн т. Добыча нефти в незначительных объемах ведется на Юрхаровском нефтегазоконденсатном месторождении в Карском море («НОВАТЭК»). Годовая добыча составляет 0,005 млн т, накопленная – 0,026 млн т (рис. 6.2). При этом, по данным Минэнерго, для того чтобы показатель оставался на уровне 2014 г. (527 млн т), к 2035 г. на шельфе нужно получать 54 млн т нефти против объема, полученного в 2014 г.

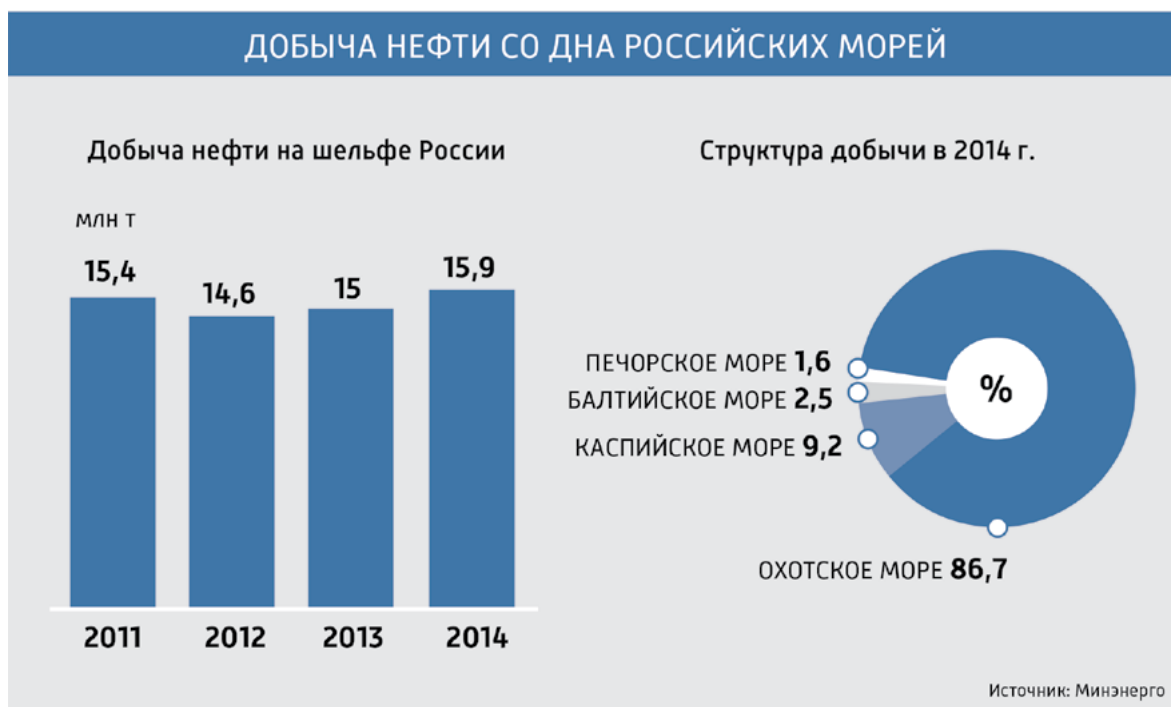


Рис. 6.2. Динамика добычи нефти со дна российских морей

Так, на континентальном шельфе Баренцева моря фактически уже действуют два минерально-сырьевых центра (МСЦ): Приразломный нефтяной морской МСЦ и Большой Штокман МСЦ.

Приразломный нефтяной морской МСЦ включает в себя разрабатываемое месторождение Приразломное. Недропользователь – ООО «Газпром нефть шельф». Долгосрочная обеспеченность добычи запасами категорий AB_1C_1 составляет около 20 лет при текущем уровне добычи, дополнительно увеличить обеспеченность может доразведка перспективных ресурсов.

Большой Штокман МСЦ включает в себя подготовленное для промышленного освоения Штокмановское месторождение, а также месторождения распределенного фонда – Ледовое и Лудловское. Недропользователь – ПАО «Газпром». Представлен двумя перспективными участками: газовым (86 % минерально-сырьевой базы составляют запасы Штокмановского месторождения и 14 % – месторождений Ледового и Лудловского) и конденсатным (минерально-сырьевая база представлена запасами подготовленных для промышленного освоения (90 %) и разведываемых (10 %) месторождений распределенного фонда). Добыча не ведется. Запасы Штокмановского месторождения категории C_1 составляют 3 939,4 млрд m^3 природного газа и 56,1 млн т газового конденсата. Запасы природного газа Ледового месторождения категории C_1 – 91,7 млрд m^3 , C_2 – 330,4 млрд m^3 . Запасы газового конденсата категории C_1 – 0,845 млн т, C_2 – 3,3 млн т. Запасы природного газа Лудловского месторождения категории C_1 – 80,1 млрд m^3 , C_2 – 131,1 млрд m^3 . Развитие данного МСЦ связано исключительно с решением вопроса о технологии добычи и транспортировки сырья.

Следует отметить, что Штокмановское месторождение выделяется огромными запасами УВС и одновременно сложными арктическими условиями эксплуатации. Расположено оно в восточной (русской) части Баренцева моря, в 600 км от Мурманска, в 290 км к западу от Новой Земли. Глубины шельфа в этом районе колеблются от 320 до 340 м. Максимальная добыча на месторождении может быть порядка 90 млрд m^3 /год, а продолжительность его эксплуатации – около 60 лет.

История освоения Штокмановского месторождения начинается с 1980-х гг. В ходе разработки проекта несколько раз менялся состав операторов, пересматривались сроки начала добычи газоконденсата, схемы его транспортировки, размещения береговых терминалов и завода по сжижению газа. Такая неопределенность связана прежде всего с изменениями экономической ситуации – быстрым ростом нефтегазодобычи в Норвегии и развитием нефтегазового комплекса на Ямале.

Первый этап (1987–1991 гг.) обоснования Штокмановского проекта связан с его разработкой в рамках международного консорциума «Арктическая звезда». ММБИ был подключен к сбору экспедиционного экосистемного материала и подготовке первого варианта оценки воздействия на окружающую среду Заполярья. Достоинством этапа следует назвать тесную кооперацию мурманских инженерных и научных сил с норвежскими и финскими партнерами в изучении и адаптации к Штокмановскому проекту международной (в том числе и природоохранной) практики.

Рассматривая проблемы рационального природопользования в океане и опираясь при этом на результаты морских биологических исследований ММБИ с 1935 г., опыт экологического сопровождения нефтегазовых разработок на арктическом шельфе, следует сделать несколько выводов: воздействие нефтедобывающего комплекса на морскую среду и биоресурсы по тяжести последствий не является главным и уступает многим другим видам деятельности на шельфе, включая рыболовство, судоходство, дноуглубительные работы, дампинг отходов и др.

Для морской нефтегазодобычи главными лимитирующими факторами на всех этапах разведки и эксплуатации месторождений являются морской лед, ветровое волнение, обледенение судов и стационарных сооружений, течения, уровень моря. В условиях потепления и сокращения ледяного покрова усиливается циклоническая активность в атмосфере, возрастают разгоны волн и увеличивается продолжительность штормового сезона. Поэтому при наличии четко выраженных природных тенденций технико-экономические и экологические обоснования проектов освоения шельфа должны постоянно пересматриваться в зависимости от конкретного климатического цикла. Напомним о природных циклах в 17, 30, 60 лет.

Еще одним минерально-сырьевым центром Арктики является полуостров Ямал – один из стратегических нефтегазоносных регионов России (рис. 6.3). Ямальский центр газодобычи является ключевым для развития газовой отрасли России в XXI веке. Суммарные запасы и ресурсы газа всех месторождений на полуострове Ямал и приямальском шельфе Карского моря составляют 20,4 трлн м³. Это Бованенковское (4,9 трлн м³), Харасавэйское (2 трлн м³), Южно-Тамбейское (1,3 трлн м³) и другие месторождения. Добыча газа здесь рассчитана более чем на 100 лет. Южно-Тамбейское месторождение стало основной базой для производства сжиженного природного газа (СПГ). С 2017 г. на Ямале действует современный завод и развита транспортная инфраструктура для транспортировки СПГ и обеспечения круглогодичной навигации по Северному морскому пути. На восточном берегу полуострова Ямал в районе поселка Сабетта построен современный арктический морской порт.



Рис. 6.3. Ямало-Ненецкий автономный округ [Журнал «Коммерсантъ Власть». № 21 от 29.05.2006. С. 78]

ПАО «НОВАТЭК» является крупнейшим независимым производителем природного газа в России. Компания занимается разведкой, добычей, переработкой и реализацией природного газа и жидких углеводородов и имеет более чем 20-летний опыт работы в российской нефтегазовой отрасли.

ООО «Арктик СПГ 2» – один из проектов «НОВАТЭКа», связанный с производством СПГ. Организации принадлежат 80 лицензий на разведку и добычу углеводородов в основном в Ямало-Ненецком автономном округе с суммарными доказанными запасами 16,4 млрд барр. н. э. (на конец 2020 г.). Проект предусматривает строительство трех технологических линий по производству СПГ мощностью 6,6 млн т в год каждая. Их суммарная мощность составит 19,8 млн т СПГ и до 1,6 млн т стабильного

газового конденсата в год. Проект основан на инновационной концепции строительства с использованием оснований гравитационного типа (ОГТ). Оператором проекта и владельцем всех активов является ООО «Арктик СПГ 2». Ресурсной базой проекта является Утреннее месторождение, расположенное на полуострове Гыдан в ЯНАО, примерно в 70 км от проекта «Ямал СПГ» через Обскую губу (рис. 6.4).

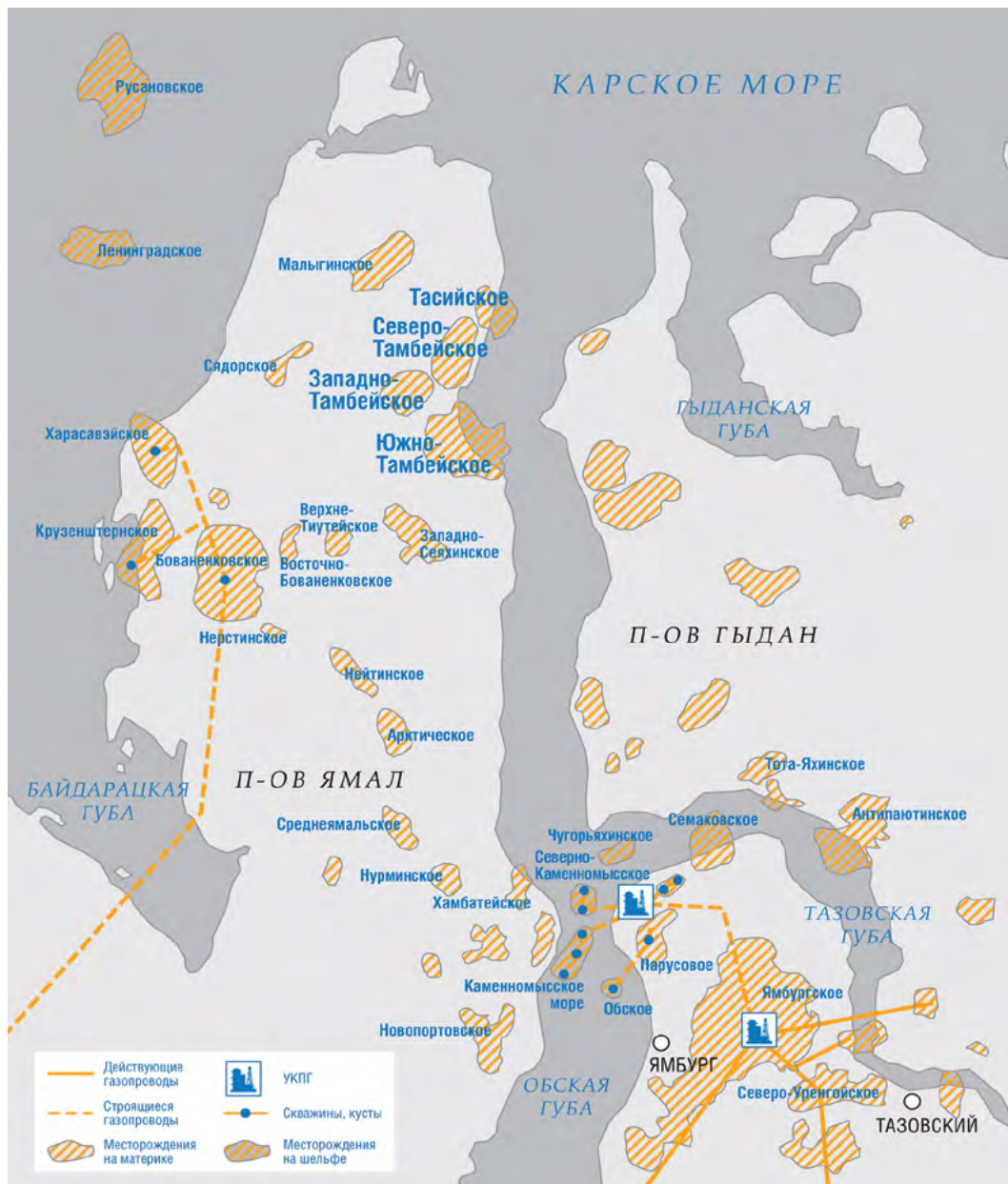


Рис. 6.4. Обустройство месторождений природного газа Обской и Тазовской губ

Для обеспечения изготовления ОГТ, сборки и установки модулей верхних строений на левом побережье Кольского залива напротив Мурманска, вблизи п. Белокаменка, возводится Центр строительства крупнотоннажных морских сооружений. Центр включает два сухих дока для строительства ОГТ и мощности для изготовления модулей верхних строений. Он станет современной технической базой для СПГ-технологий в России, создаст новые рабочие места в области инженерных разработок и производства, а также внесет вклад в экономическое развитие региона.

6.2. Некоторые приоритетные вопросы хозяйствования

Последний цикл потепления, пик которого пришелся на начало 2000-х гг., уже заметно сказался на всех отраслях экономики в Арктической зоне. Растут объемы морских перевозок, причем значительная их доля приходится на летние рейсы танкеров и сухогрузов, выполняемые без ледокольного сопровождения. Активизировались геолого-геофизические и рыбопромысловые исследования Карского моря, где до недавнего времени вся морская деятельность ограничивалась транзитными ледовыми плаваниями. Обсуждается целесообразность постройки новых атомных ледоколов взамен выводимых из эксплуатации.

В ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ВНИГНИ) считают, что формирование и развитие новых крупных центров добычи углеводородных ресурсов необходимо осуществлять на основе сложившихся и перспективных минерально-сырьевых центров углеводородного сырья (далее – МСЦ УВС), которые должны представлять собой совокупность разрабатываемых и планируемых к освоению месторождений и перспективных площадей, связанных общей существующей и планируемой инфраструктурой. МСЦ УВС могут стать основными драйверами экономического развития Арктической зоны Российской Федерации. Именно с ними должны быть связаны наиболее крупные инвестиционные проекты территории, находящиеся на различных этапах реализации. Особенности освоения арктического региона со слабо развитой инфраструктурой определяют необходимость концентрации усилий по наращиванию ресурсной базы в пределах МСЦ УВС с имеющимися инфраструктурными решениями.

По мнению академика В.Д. Каминского, состояние морских геологических и геофизических исследований в Арктике оценивается неоднозначно. Наряду с успехами в поиске и разведке нефтегазовых месторождений на шельфе и россыпных ископаемых прибрежных зон отмечается отставание России от мирового научно-технического уровня бурения морского дна вообще и, в частности, глубоководного бурения. Отсутствие данных по континентальному склону, подводным хребтам и котловинам Арктического бассейна затрудняет обоснование заявок на расширение российской экономической зоны в Арктике.

Наиболее изученным является Баренцево море, где систематические геофизические исследования проводились трестом «Севморнефтегеофизика» с конца 1970-х до начала 1990-х гг. В 1990-х гг. российские геофизические суда работали преимущественно по зарубежным заказам, в середине 2000-х были возобновлены сейсмические съемки Баренцева и Карского морей за счет средств ОАО «Газпром». Геофизический флот сохраняет свой технический потенциал, и только организационные причины мешают восстановлению ранее достигнутых объемов геофизической разведки.

Перечень твердых полезных ископаемых на шельфе арктических морей России достаточно обширен. В него входят, прежде всего, экзогенные образования – россыпи ценных минералов: золото, олово, платина, хромит, алмазы, минералы титана, железа и циркония, абразивы и камнесамоцветное сырье, а также залежи рыхлых строительных материалов – песка, гравия, глин (т. н. общераспространенные ПИ). При комплексной оценке минерально-сырьевого потенциала шельфовых областей в общий баланс включают также рудные и горючие ТПИ островов и архипелагов окраинных морей: полиметаллы, марганец, золото, каменные и бурые угли и др.

Анализ минерально-сырьевой базы ТПИ арктического шельфа России показывает, что на сегодня геологическая и ресурсная изученность, а также состояние инфраструктуры недостаточны в целом для масштабного вовлечения ее в хозяйственную деятель-

ность страны. Проблема наращивания минерально-сырьевого потенциала ТПИ должна решаться в двух направлениях. Первое – открытие новых площадей и объектов со скоплениями полезных ископаемых, что возможно лишь при проведении целенаправленных поисково-оценочных работ. Второе – изменение структуры ресурсов в известных районах и узлах в процессе геологоразведочных работ на ранее выявленных объектах.

Необходимо также совершенствовать геологическую основу недропользования арктических морей России. Это геологическая съемка (ГК-1000/3), в том числе создание комплектов государственных геологических карт масштаба 1:1 000 000 для Арктического региона, включая шельфовые области, как единой геолого-картографической информационно-системы в форме ГИС с возможностью постоянной модернизации.

Важнейшей задачей является продолжение работ по установлению и расширению границ континентального шельфа Российской Федерации в Северном Ледовитом океане (рис. 6.5).

Необходимо расширение тематических и опытно-методических работ, включая комплексные исследования по анализу, интерпретации, переобработке и переинтерпретации геолого-геофизических материалов, подготовке карт геологического содержания для обеспечения мероприятий по государственному геологическому изучению недр в Арктике и на континентальном шельфе Российской Федерации, а также арктических островах и архипелагах, включая арх. Шпицберген, в том числе в рамках осуществления международного сотрудничества.

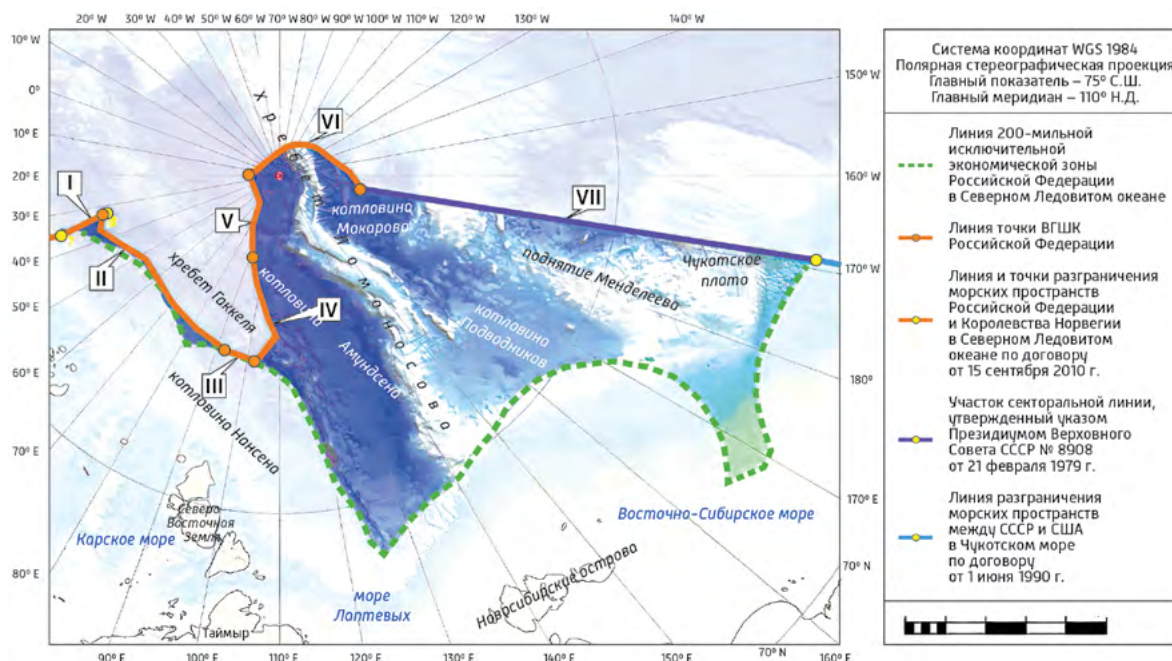


Рис. 6.5. Границы континентального шельфа РФ в Северном Ледовитом океане, представленные Российской Федерацией в комиссию ООН [Оперативная океанология ... 2019]: римскими цифрами обозначены номера участков ВГКШ, построенных по различным критериям

Обоснование минерально-сырьевой базы источников углеводородного сырья на акваториях Российской Федерации:

- Работы по геологическому изучению недр в пределах нефтегазоперспективных зон на акваториях Российской Федерации.
- Работы по обоснованию минерально-сырьевой базы углеводородного сырья на акваториях Российской Федерации.

– Методическое обеспечение проведения геологоразведочных работ на нефть и газ на акваториях Российской Федерации.

– Тематические и опытно-методические работы по сопровождению государственной системы лицензирования пользования недрами на континентальном шельфе Российской Федерации.

Перспективные направления научных исследований и геолого-геофизических работ на арктических акваториях

Реализация малоглубинного стратиграфического бурения. В современных реалиях данный вид бурения на акваториях представляется самым перспективным в силу своей исключительной информативности и доступности по техническим и финансовым параметрам. Может осуществляться в интересах широкого круга направлений геологического картирования, изучения перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов, изучения областей развития газогидратов и геокриолитозоны, решения задач ВГКШ и др. Требуется разработка долгосрочных дисциплинарных (по конкретным направлениям) программ, под которые возможна реализация строительства специализированных буровых судов, их техническая модернизация.

Изучение геологического строения арктических островов, включая геолого-картировочные работы. Подобные исследования остановились в 80-х гг. прошлого века, значительная часть материалов и коллекций была утрачена, результаты соответствуют возможностям такого времени. Арктические острова являются геологическими реперами, изучение которых наиболее доступно в суровых арктических условиях и катастрофической недоизученности значительных площадей прилегающих акваторий.

Изучение глубоководной части Арктического бассейна (Северный Ледовитый океан). В силу своей крайне слабой геолого-геофизической изученности и сложного тектонического строения данный регион является одним из интереснейших объектов изучения для мировой геологической науки. На его изучении в настоящее время сконцентрировано большое количество специалистов разных стран, каждый год выполняются морские научные экспедиции. Работа в этом направлении позволит отечественным специалистам добиваться крупных научных открытий и вносить существенный вклад в развитие мировой науки, повышать ее престиж.

Для развития международного сотрудничества в данный момент мало перспектив. Ясно понимая, что наука может развиваться только в условиях постоянного международного сотрудничества, необходимо предпринимать все возможные усилия для недопущения изоляции российских ученых. Необходимо реализовать различные типы взаимодействия – от организации специализированных конференций до создания совместных научных институтов.

Экологическая безопасность, мониторинг геологической среды при нарастающем недропользовании в арктических шельфовых областях

Учитывая необходимость изучения и охраны окружающей среды как Северного Ледовитого океана, так и морей Заполярья, особое внимание необходимо уделять геоэкологическим исследованиям по трем основным направлениям:

– опережающее геоэкологическое картирование участков дна, где планируется разработка субаквальных месторождений, с целью получения базовых параметров (составление экологических паспортов);

– контроль над состоянием геологической среды на наиболее уязвимых, уже осваиваемых участках дна;

– разработка нормативно-методических документов (включая разработку ПДК), регламентирующих деятельность недропользователей на акваториях.

Глава 7

МОРСКИЕ БИОРЕСУРСЫ, РЫБОЛОВСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

Сегодняшняя экономика должна опираться на разумные климатические прогнозы, чтобы прогнозировать, на какой урожай, биопродуктивность можно рассчитывать в поле – прибрежных областях Заполярья – и на какой улов – в море. Велико значение и точного оперативного прогноза, который должен основываться на результатах прямых наблюдений. Это касается не только климата, но и ресурсов добычи. Только фактические данные, полученные с помощью рыбопромысловых научных судов, могут служить источником объективной информации о запасах биоресурсов в океанах и морях – от рыб и морских млекопитающих до зоопланктона и первичных продуцентов. Суммарная биомасса Мирового океана оценивается примерно в 40 млрд т. Наиболее богат биоресурсами Тихий океан, а в Арктике самый продуктивный промысловый водоем – Баренцево море.

В прошлом, в период Российской империи, Мурман и всё побережье Кольского полуострова, отчасти побережье Печорского моря, были заселены. Сотни стойбищ, зверобойных факторий, частных рыбных заводов остались в истории (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Сеть поморских поселений в начале XX века

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В советский период производство рыбной продукции происходило непосредственно в море на судах и на береговых предприятиях Мурманской области, достигало 1,2 млн т (рис. 7.2, 7.3), а к 2014 г. производство сократилось до объема в 0,5 млн т.

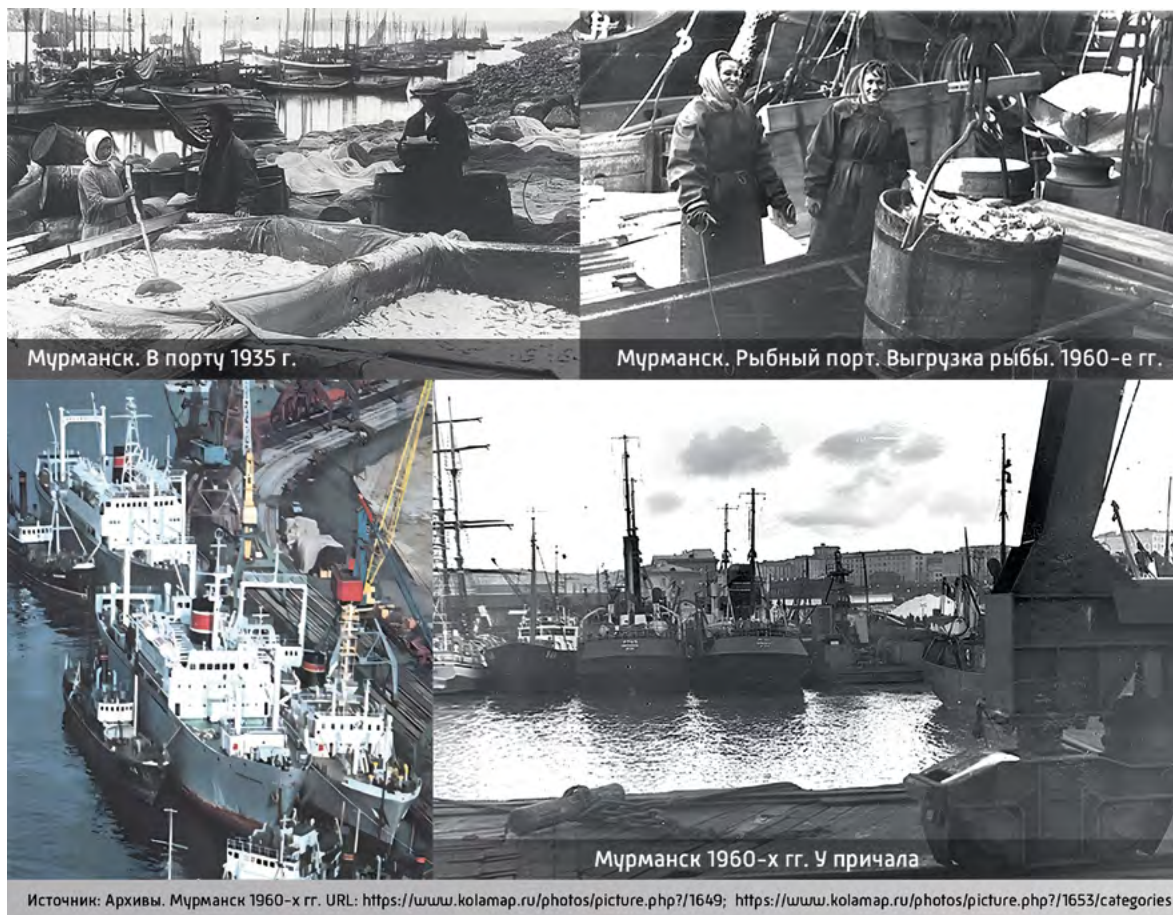


Рис. 7.2. Мурманск – рыбная столица СССР



Рис. 7.3. Рабочие моменты во время экспедиции на НИС «Дальние Зеленцы»
(фото из архива ММБИ РАН)



Рис. 7.4. Установка по разведению арктического гольца в Кольском заливе

Наша страна была и остается морской рыболовной державой. Но если Советский Союз входил в тройку мировых лидеров по океаническому промыслу биоресурсов, то Россия эти позиции утратила. Например, в 2017 г. было получено всего 4,6 млн т рыбопродукции, 70 % которой пришлось на Дальний Восток. Мировой лидер по вылову ресурсов в естественной среде и выращиванию аквакультуры сегодня – Китай, производящий 20 % общемировой морской биопродукции, в то время как на Россию приходится всего около 5 % этого рынка (рис. 7.5). Есть над чем задуматься с позиций продовольственной безопасности, особенно в среднесрочной перспективе. Очевидно, что в социально-экономических интересах государства необходимо создать льготные условия труда для поморов, рыбаков, оленеводов, установить для них льготы, как полярные надбавки и дотации.

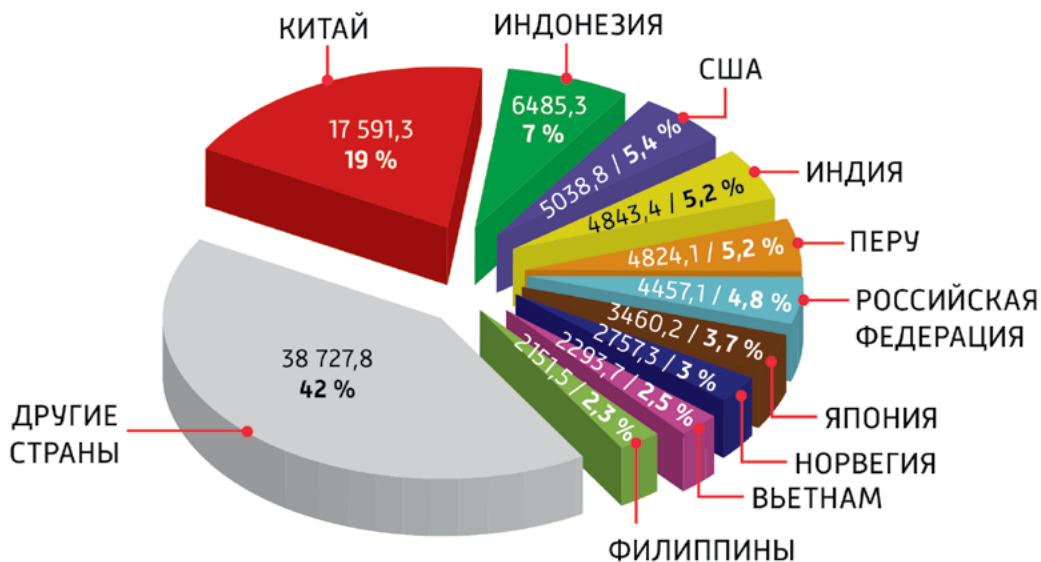


Рис. 7.5. Объем вылова водных биоресурсов ведущих стран (без учета нерыбного сырья), 2015 г.

Рыбодобывающая отрасль занимает важное место в снабжении населения России продовольствием. В настоящее время годовое потребление рыбной продукции на душу населения составляет 11–12 кг, что в 2 раза меньше, чем рекомендовано Министерством здравоохранения РФ. О важности развития рыбного хозяйства свидетельствуют целевые ориентиры, поставленные перед рыбной промышленностью.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В «Концепции развития рыбохозяйственной науки Российской Федерации на период до 2020 г.» и «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г.» поставлена задача достигнуть потребления рыбопродуктов в объеме 22–27 кг/чел. в год и самообеспечения рыбопродукцией на 80–90 %. Следует заблаговременно начать подготовку к предстоящему масштабному освоению российского арктического шельфа нефтегазодобывающей и рыбной промышленностью, морскими, транспортными и другими отраслями.

Водные биологические ресурсы российского Заполярья и прилежащих акваторий (представлены по материалам проф. А.Н. Макоедова [Макоедов и др., 2023]). В морях Северного Ледовитого океана в 2021 г. учтен вылов 5 182 т водных биоресурсов, в 2020 г. – 1 362 т. Промысел осуществляли в Чукотском (5 080 и 945 т соответственно) и Карском (102 и 417 т) морях. В 2021 и 2020 гг. произведено аквакультурной продукции 4 236 т и 420 т соответственно. Разумеется, 1–5 тыс. т морепродуктов – это незначительный уровень добычи.

В арктических морях (Карское, Лаптевых, Чукотское и Восточно-Сибирское) обитает ряд широко распространенных промысловых видов рыб: минтай (*Gadus chalcogrammus*), тихоокеанская (*G. macrocephalus*) и атлантическая (*G. morhua*) треска, черный палтус (*Reinhardtius hippoglossoides*), навага (*Eleginus nawaga*), мойва (*Mallotus villosus*), сайка (*Boreogadus saida*), тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii*).

Состояние запасов перечисленных видов и возможности их промыслового освоения исследованы очень слабо. Отмечено лишь, что во всех арктических морях в траловых уловах наиболее была представлена сайка.

Перечень видов рыб, встреченных в донных тралениях 2019 г., приведен в таблице 14.

Табл. 14. Видовой состав донных траловых уловов в морях Чукотском, Восточно-Сибирском, Лаптевых и Карском в августе – сентябре 2019 г. [Орлов и др., 2020]

Семейство, вид	Моря			
	Чукотское	Восточно-Сибирское	Лаптевых	Карское
Сем. Agonidae				
<i>Aspidophoroides bartoni</i>	+	–	–	–
<i>Aspidophoroides olrikii</i>	+	–	–	+
<i>Leptagonus decagonus</i>	–	–	+	+
<i>Podothecus veterus</i>	+	–	–	–
<i>Sarritor leptorhynchus</i>	+	–	–	–
Сем. Ammodytidae				
<i>Ammodytes hexapterus</i>	+	–	+	–
Сем. Anarhichadidae				
<i>Anarhichas denticulatus</i>	–	–	+	–
Сем. Cottidae				
<i>Artediellus atlanticus</i>	+	+	–	–
<i>Artediellus scaber</i>	+	+	–	–
<i>Gymnacanthus tricuspis</i>	+	+	–	+

Семейство, вид	Моря			
	Чукотское	Восточно-Сибирское	Лаптевых	Карское
<i>Icelus bicornis</i>	–	+	–	+
<i>Icelus spatula</i>	+	+	–	+
<i>Icelus spiniger</i>	+	–	–	–
<i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i>	+	–	–	–
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	–	–	–	+
<i>Myoxocephalus tuberculatus</i>	+	–	–	–
<i>Myoxocephalus verrucosus</i>	+	–	–	–
<i>Triglops nybelini</i>	+	+	+	+
<i>Triglops pingeli</i>	+	–	+	+
Сем. Clupeidae				
<i>Clupea pallasii</i>	+	–	–	–
<i>Clupea pallasii suworowi</i>	–	–	–	+
Сем. Gadidae				
<i>Arctogadus glacialis</i>	+	+	+	–
<i>Boreogadus saida</i>	+	+	+	+
<i>Eleginus gracilis</i>	+	–	–	–
<i>Eleginus nawaga</i>	–	–	–	+
<i>Gadus chalcogramma</i>	+	–	+	–
<i>Gadus macrocephalus</i>	+	–	–	–
<i>Gadus morhua</i>	–	–	–	+

Для Чукотского и Карского морей оценки численности и биомассы основных промысловых видов рыб приведены в таблицах 15, 16 соответственно.

Табл. 15. Численность (млн экз.) и биомасса (тыс. т) основных промысловых рыб в Чукотском море в 2010, 2018 и 2019 гг. (Ку – коэффициент уловистости) [Орлов и др., 2018]

Вид	Ку	2010		2018		2019	
		Численность	Биомасса	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
Сайка	0,3	3 155,3	45,7	2 420,2	20,8	3 523,8	117,4
Палтусовидная камбала	0,5	42,1	1,5	172,3	9,3	783,3	43,1
Минтай крупный	0,4	< 0,1	0,2	23,1	31,6	547,1	890,0
Минтай молодь	0,1			108,6	0,85	389,7	6,8
Обследованная площадь, тыс. кв. км		104,5		35,7		229,2	
Число тралений		38		54		80	

Табл. 16. Численность и биомасса основных промысловых видов рыб в Карском море 2013 и 2019 гг. (Ку – коэффициент уловистости, нд – нет данных) [Орлов и др., 2018]

Вид	Ку	2013		2019	
		Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
Сайка крупная	0,3	521,4	18,1	2 707	161,4
Сайка молодь	0,1	311,0	2,9	555,7	9,9
Камбала-ерш	0,5	нд	нд	29,5	190,2
Тихоокеанская сельдь	0,4	нд	нд	67,1	213,6
Обследованная площадь, тыс. кв. км		82,1		374,2	
Число тралений		23		57	

В прибрежных участках Карского моря и в устьевых участках впадающих в него рек (прежде всего Обь, Енисей) обитают ценные по происхождению пресноводные промысловые сиговые рыбы (*Coregonidae*), солоноватоводные и пресноводные, такие как омуль (*Coregonus autumnalis*), ряпушка (*C. sardeinella*), муксун (*C. muksun*), нельма (*Stenodus leucichthys nelma*), реже – сиг пыжьян (*C. lavaretus pidschian*), чир (*C. nasus*), тугун (*C. tugun*), пелядь (*C. peled*). Их добывают в нижних участках сибирских рек на путях нерестовых миграций или в прибрежных опресненных водах, на местах нагула. Поскольку значительный объем вылова сиговых рыб не учитывают, сложно судить о реальном уровне добычи. Периодически устанавливают запрет на вылов муксуна, омуля и нельмы.

Обследованные акватории моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря являются малопродуктивными районами с относительно плотными скоплениями сайки. Численность и биомасса сайки на внешнем шельфе и верхней части материкового склона моря Лаптевых в 2015 г. составили 233,3 тыс. т и 12 753,2 млн экз., на шельфе Восточно-Сибирского моря – 0,154 тыс. т и 19,9 млн экз. В 2019 году в придонных скоплениях моря Лаптевых величина запасов составила – 702,2 млн экз. и 10,4 тыс. т, в Восточно-Сибирском море – 62,3 млн экз. и 0,780 тыс. т. В нижних участках р. Лены добывают омуля, муксуна и сибирского осетра. Официальные объемы общего вылова не превышают нескольких сотен тонн в год.

Значимую роль в экосистемах арктических морей играют морские млекопитающие. Научно обоснованное регулирование их численности имеет важное значение, с одной стороны, для получения различных видов продукции, с другой стороны, для снижения уровня естественной смертности промысловых видов рыб. Прежде всего арктической трески и мойвы.

Объемы добычи морских млекопитающих в 2020 и 2021 гг. приведены в таблице 17.

В настоящее время промысловая нагрузка на морских млекопитающих значительно ниже, чем позволяет состояние их запасов.

Табл. 17. Добыча морских млекопитающих по районам промысла, тыс. особей (2020–2021 гг.)

Районы промысла	Ластоногие							Китообразные		Всего	
	Морской котик	Кольчатая нерпа	Акиба	Крылажка	Ларга	Лактак (морской заяц)	Байкальская нерпа	Морж	Белуха		Серый кит
Атлантический океан											
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<u>СВА</u>											
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Баренцево море											
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Белое море											
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Северный Ледовитый океан											
2020	0	0	36	0	0	76	0	371	0	459	942
2021	0	0	33	0	0	66	0	420	1	426	946
Арктическая зона Чукотское море											
2020	0	0	36	0	0	76	0	371	0	459	942
2021	0	0	33	0	0	66	0	420	1	426	946
Тихий океан											
2020	6	0	72	17	95	94	0	325	0	963	1 572
2021	1	0	80	18	125	250	0	419	9	269	1 171
<u>СВТО</u>											
2020	0	0	50	0	12	54	0	228	0	739	1 083
2021	0	0	45	1	15	109	0	329	6	235	740

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Возможный объем добычи гренландского тюленя в Баренц-регионе для российских и норвежских зверобоев относительно недавно доходил до 40 тыс. особей. Норвежские зверобои, получающие поддержку государства, ведут незначительный судовой промысел, добывая в отдельные годы до 2,2 тыс. экз. При общей численности беломорской популяции гренландского тюленя на уровне 1,1–1,4 млн экз. и рекомендуемом изъятии около 10 тыс. животных промысел этого вида в России с 2013 г. не осуществляют. Рекомендованные к изъятию тюлени в течение года съедят не менее 10 тыс. т рыбы (в основном представляющей промысловый интерес для человека). Дезорганизация их добычи (осуществленная под предлогом защиты бельков) приводит к существенным потерям рыболовства и к серьезным социальным последствиям.

В Чукотской зоне Берингова моря промысловый запас кольчатой нерпы (акибы), ларги и крылатки оценивают на уровне более 100 тыс. экз. для каждого вида. В 2021 г. было добыто указанных видов 45, 15 и 1 тыс. экз. соответственно.

Направления рыбопромысловых исследований в арктических водах необходимо нацелить на прикладные аспекты:

1. Мониторинг экосистем арктических морей.
2. Оценка ресурсного потенциала гидробионтов арктических морей, эстуарных зон и устьевых зон рек российского Заполярья.
3. Разработка экономически обоснованных механизмов вовлечения в промысел недоиспользуемых запасов водных биологических ресурсов арктических морей, прежде всего морских млекопитающих и водорослей макрофитов.
4. Разработка моделей эффективного и рационального использования запасов водных биологических ресурсов российской Арктики.

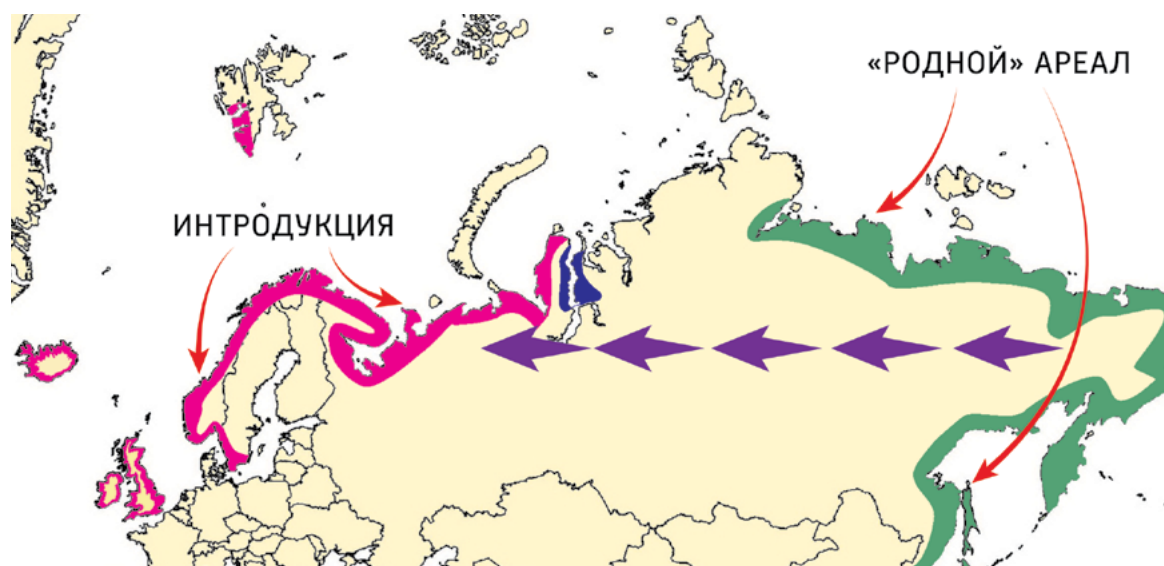


Рис. 7.6. Распространение горбуши в Евразии

Как и во времена Советского Союза, сегодня различные ведомства озабочены необходимостью повышения плодородия наших водоемов – и морских, и озерных, и океанских. И его первый путь – заводское воспроизводство молоди: создание рыбопроизводных заводов и разрыбление рек, выпуск в них мальков и молоди рыб. Второй путь – интродукция с Дальнего Востока в европейские моря (Баренцево, Азовское, Черное) (рис. 7.6). В советское время завозили в Беломорско-Баренцевоморский бассейн горбушу и камчатского краба. Камчатский краб прижился, сегодня его промысел – это крайне выгодный бизнес (рис. 7.7).

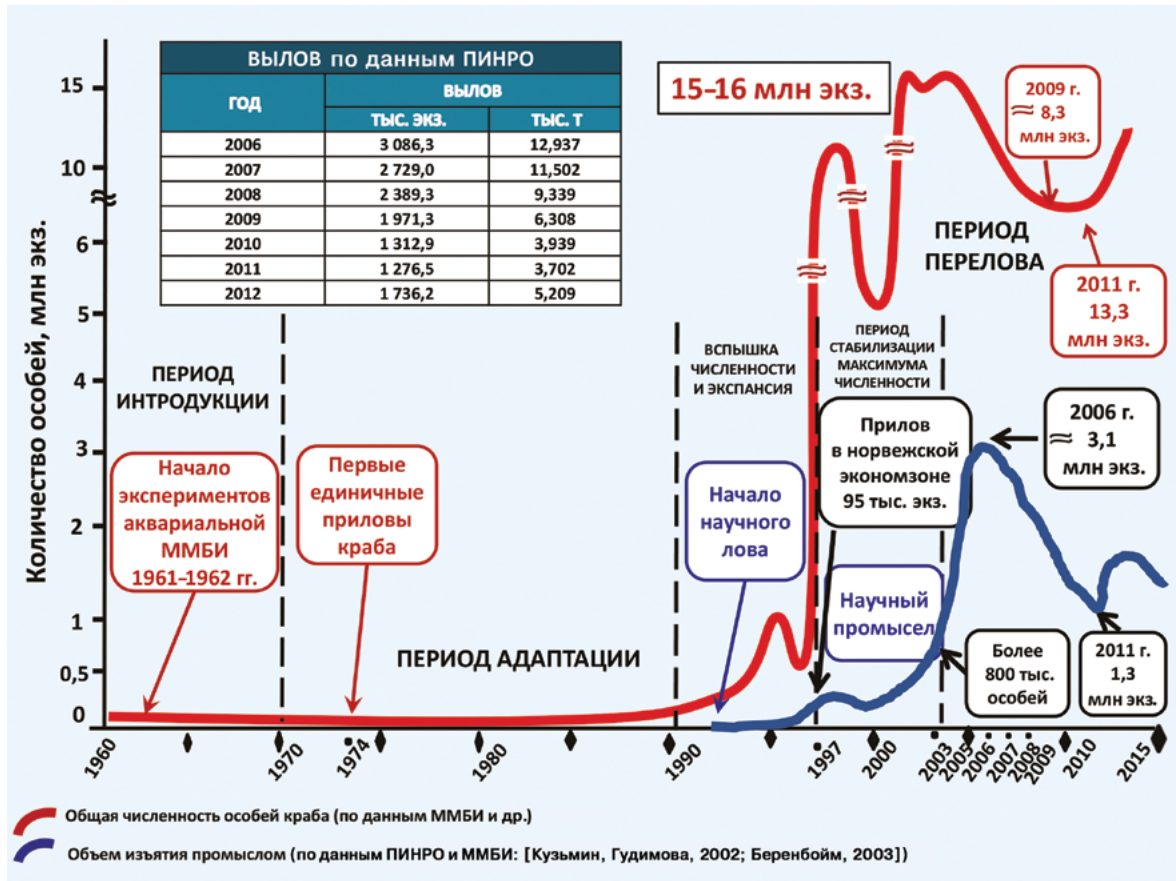


Рис. 7.7. Акклиматизация и перелов камчатского краба в Баренцевом море [см. также: Биология физиология ... 2008; Золотарев, 2010; Матишов, Карманова и др., 2014]

Во всех прогрессивных странах аквакультура финансируется и всемерно поддерживается государством. Чтобы поднять на порядок объем товарного рыбоводства, нам придется, следуя опыту Норвегии и Вьетнама, сначала создать условия для работы порядка тысячи фермерских хозяйств. В Норвегии масштаб выращивания промысловых рыб скоро достигнет размеров официальной квоты. Например, специальная программа по разведению атлантической трески к 2015–2020 гг. составила 200 тыс. т (рис. 7.8).



Рис. 7.8. Производство в Норвегии заводской трески

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Марикультура как в Советском Союзе, так и в современной России была и остается в зачаточном состоянии. В 2017 г. в условиях аквакультуры выращено 170–180 тыс. т рыбной продукции, около 1 кг в год на душу населения. В последние годы объем аквакультуры в РФ варьирует в пределах 350 тыс. т. Это в 4 раза меньше, чем во Вьетнаме или Норвегии. Поэтому возможности для роста производства в РФ очень большие. Основа успеха здесь – наличие в стране полной инженерно-технологической цепочки марикультуры. Необходимо обеспечить соответствующий объем технических средств для функционирования аквакомплекса, организовать производство комбикормов для питания рыб, причем корма должны быть дифференцированы для каждого вида рыб с учетом возрастных и половых особенностей. Важно развивать нетрадиционные объекты аквакультуры из видов рыб, находящихся под угрозой исчезновения.

После распада СССР отечественная рыбная отрасль потеряла позиции крупнейшего в мире судовладельца и производителя морепродукции. Отечественный рыбный флот сокращается, морально устарел и физически изношен. Есть и современные суда, но их очень мало и они сосредоточены на Крайнем Севере и Дальнем Востоке страны, в южных морях их практически нет. Чтобы найти богатые в промышленном отношении районы в морях и океанах, требуется новейший рыболовный флот (включая вспомогательные суда), который соответствовал бы мировым стандартам, был эффективен и экономичен.

Перспективное направление – поиск морских биоресурсов, как это делают Япония, Норвегия, Польша в водах Южного океана у кромки льдов Антарктиды. Например, ракообразные сейчас составляют лишь небольшую часть общего мирового улова. Сегодня разрешенный вылов криля определен в 9 млн т, а его потенциальные запасы – порядка 1 млрд т (рис. 7.9).



Рис. 7.9. Стратегические направления в поисках биоресурсов

Морские державы сегодня среди ключевых видов аквакультуры обращают особое внимание на объемы производства семги, карповых, креветок, моллюсков. В последние годы резко выросла продукция тилапии и пангасиуса.

У академических институтов есть большой опыт прикладных исследований по выявлению и оценке запасов новых объектов промысла, разработке технологий получения пищевого и фармацевтического сырья из морских водорослей и беспозвоночных, организации плантаций аквакультуры. В изучении морских и наземных экосистем Заполярья позиции академической науки традиционно сильны. Основной вклад в итоги

экосистемных исследований внесли работы Института географии, Зоологического института, ММБИ, Института океанологии РАН, Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН и ряда других организаций.

Морские исследования стали круглогодичными, что позволило пересмотреть прежние представления о сезонных изменениях планктонных сообществ, миграциях птиц и морских млекопитающих в ледовые сезоны. Получены принципиально новые данные об адаптации растений в Арктике, микробных сообществах мерзлотных почв, орнитофауне арктических островов и побережий. Не меньшего внимания заслуживают проблемы аквакультуры и расширения биоресурсного потенциала арктических морей.

Очевидно, что фундаментом экологической безопасности при рыболовстве должен быть экосистемный подход. Необходимо учитывать промысел рыбы, биопродуктивность, загрязнение, социо-экономику и управление. Между различными отраслями морской экономики всегда существуют споры и противоречия. В интересах рационального природопользования важны вневедомственные оценки. Именно такая задача поставлена государством перед Российской академией наук.

Исследования живой природы Арктики, отвечающие современному научному уровню, проводятся уже более 100 лет. За эти годы накоплен большой объем сведений о видовом разнообразии, физиологии, экологии, трофических связях морских организмов (рис. 7.10). Однако знания об экосистемах Арктики, морей Северного Ледовитого океана, особенно морских, остаются фрагментарными.

Количественные оценки биопродуктивности, биомассы, численности популяций, балансов вещества и энергии, как правило, недостаточно надежны для достоверного определения внешних и внутренних экологических факторов.



Рис. 7.10. Труды по арктической гидробиологии ММБИ РАН и ЮНЦ РАН

Прежде всего, необходимо увеличить объем научных исследований в области биоресурсов и нацелить их результаты на воспроизводство ценных видов рыб. Не теряет актуальности арктическая гидробиология как основа современных технологий для промышленности, медицины, сельского хозяйства и гидроакустики. В ММБИ накоплен колоссальный опыт практической аквакультуры по выращиванию новоземельского гольца, камчатского краба, трески в Баренцевом море (рис. 7.11). Однако пока этот опыт востребован только в Норвегии.



Рис. 7.11. Аквакультурные проекты ММБИ

Климатическая динамика последних десятилетий существенно сказалась на многих видах морской деятельности – рыболовстве, зверобойном промысле, сборе водорослей (макрофитов) – и вносит неопределенность в стратегию ее развития. Рыночное реформирование экономики резко отрицательно сказалось на социально-экономическом развитии большинства арктических регионов, стала очевидной необходимость его государственного регулирования.

На рисунке 7.12 суммированы и расположены по степени важности неотъемлемые факторы, условия, элементы, составляющие аквакультуры-марикультуры. И на первом месте, безусловно, многомиллиардные (25–30 млрд руб.) стабильные опережающие инвестиции, какие осуществлялись для БАМа, Силы Сибири, Керченского моста, федеральных дорог.



Рис. 7.12. Безусловные (неотъемлемые) составляющие аквакультуры

Ежегодно все мировые достижения в области техники, механизмов, приборной базы, автоматики и аквакультуры включаются в издаваемый большой каталог (рис. 7.13). В России еще предстоит создать новую заводскую отрасль инженерно-технического обеспечения аквакультуры с объемом хотя бы 1 млн т продукции в год.

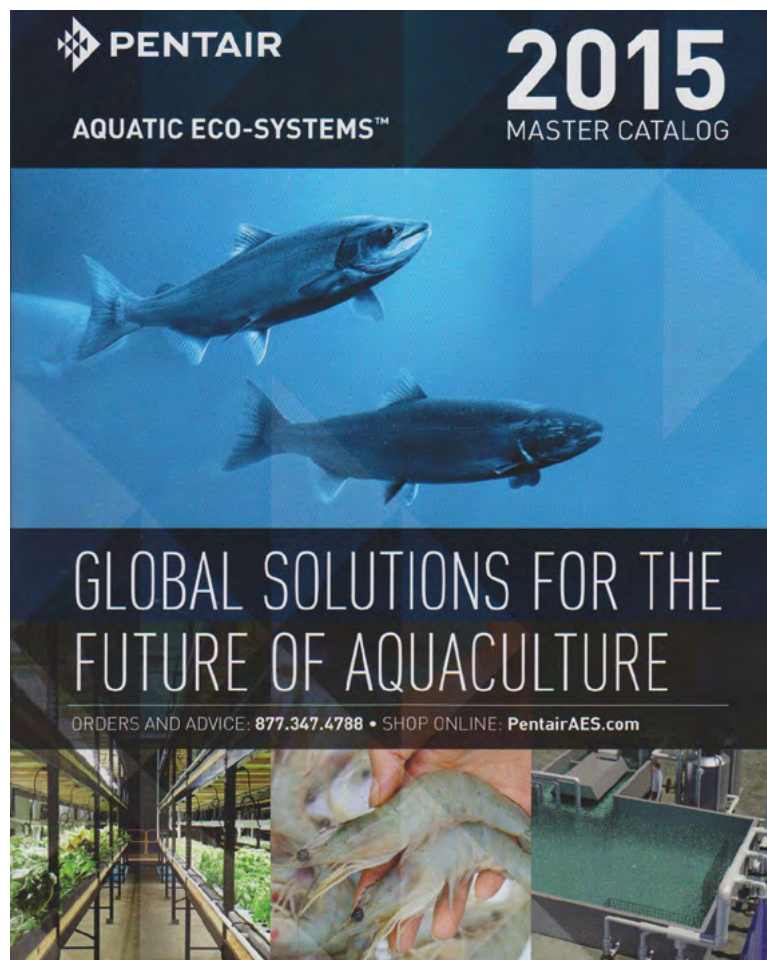


Рис. 7.13. Каталог технических средств аквакультуры за 2015 г. компании «Пентэйр» («Pentair»)

Глава 8

ПЕРСПЕКТИВЫ И ОБЩИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

8.1. Исследование опасных явлений в арктических морях

Опасные явления и ураганные штормы характерны для побережья морей Северного Ледовитого океана. Стихийные природные явления ежегодно наносят колоссальный ущерб населению, экономике, гражданскому и военному флоту. Сегодня предсказать изменчивость окружающей среды нереально. Например, в июне 2010 года возникшая в Баренцевом море четырехметровая волна затопила Варандейский нефтегазовый комплекс на побережье Печорского моря (рис. 8.1).

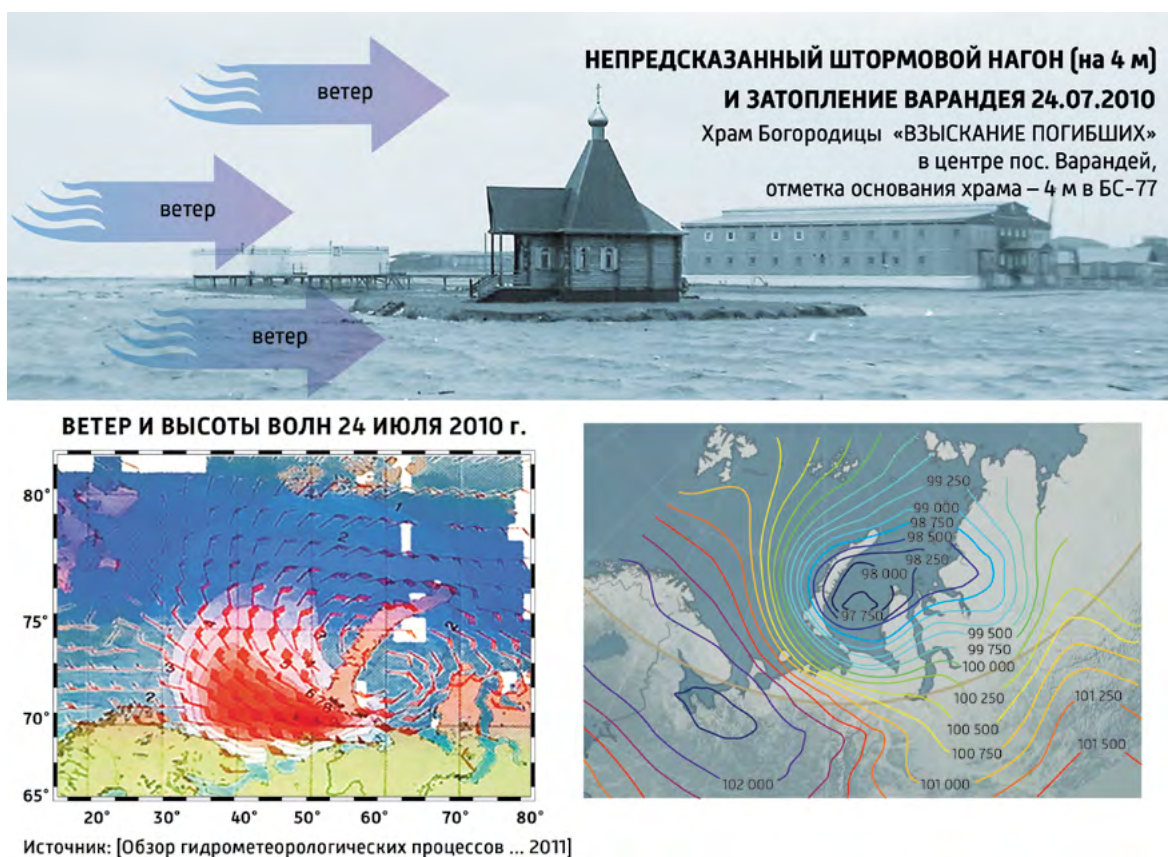


Рис. 8.1. Случаи ураганных ветров в морях Северного Ледовитого океана
[Оперативная океанология ... 2019]

На побережье Кольского полуострова в ноябре 1986 и 2011 гг. сильный штормовой нагон воды с Баренцева моря наложился в сизигию на экстремальный подъем приливной волны при высшем уровне воды (рис. 8.2).



Рис. 8.2. Эффект наложения экстремального прилива (сизигии) и штормового нагона в Дальнезеленецкой губе. Ноябрь 1986 г. [Оперативная океанология ... 2019]

На военно-морских базах в Порчнице, Гремихе, Полярном, Дальних Зеленцах возникло бурлящее вздутие, резкий скачок уровня моря до 4–5 м и разрушение плавпричалов и другой береговой инфраструктуры. Как правило, это явление происходит в октябре в случаях наложения максимальной сизигии со штормовым нагоном.

С Арктикой шутки плохи. Как в Баренцевом море, так и Северо-Западной Атлантике уже более 100 лет обращает на себя внимание распространение айсбергов за пределами обычных границ (рис. 8.3). Для судоходства во льдах важное значение имеет количество и распределение зон чистой воды или молодого льда.



Рис. 8.3. Огромный айсберг у побережья Канады. г. Ферриленд, апрель 2017 г. [Оперативная океанология ... 2019]

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Ледовые прогнозы на сезон, на год, на десятилетия обязаны быть объективными и выходить в свет без политической конъюнктуры. В связи с этим обращают на себя случаи столкновения с айсбергами и крупными торосами в 2013 г., в результате которых вмятины ниже ватерлинии получили ледоколы «50 лет Победы», танкер «Нордвиг» и другие (рис. 8.4, 8.5, 8.6).



Рис. 8.4. Столкновения с айсбергами и льдами на Севморпути [Магишов, 2016]



Рис. 8.5. Вмятина в борту атомного ледокола «50 лет Победы» от столкновения с айсбергом

Вмятина в борту атомного ледокола «50 лет Победы» – свидетельство столкновения с айсбергом к югу от Земли Франца-Иосифа в 2013 г. (рис. 8.6).



Рис. 8.6. Случаи повреждения кораблей во льдах Арктики [Матишов, 2016]

Нередко происходит обледенение и гибель судов, затирание пароходов дрейфующими льдами, столкновение судов с айсбергами и, как результат, пробоины в корпусе.

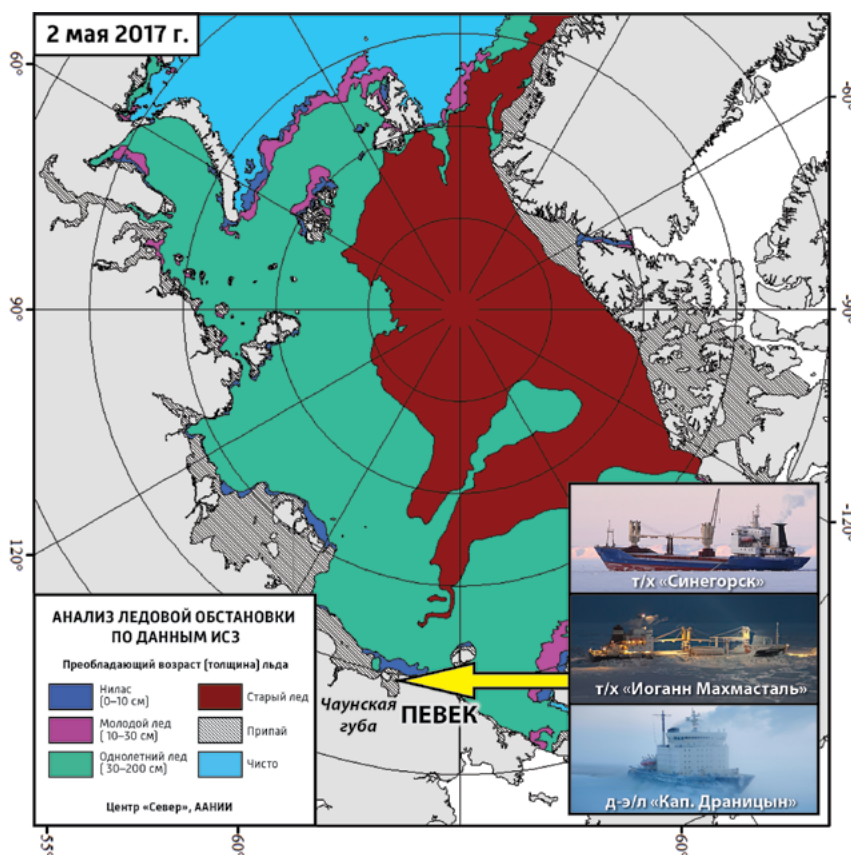


Рис. 8.7. Корабли, попавшие в ледовый плен в припае Чаунской губы. Певек, январь – май 2017 г. [Оперативная океанология ... 2019]

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В 2017 г. в припае Чаунской губы застрял ледокол «Капитан Драницын». Ледовый плен каравана растянулся на полгода (рис. 8.7). Беда в том, что по аналогии с сентябрем – октябрем прошлых лет прогнозировалась безледная трасса. Атмосфера одно-векторного глобального потепления, пропаганда этого духа в СМИ во многих случаях принесли ощутимые издержки как деловые, так и финансовые.

В советское время все институты были государственными и совместно с силовыми ведомствами, таможней и другими службами работали на общие результаты. Теперь положение во многом изменилось, отчасти из-за коммерциализации многих видов деятельности (морских перевозок, нефтегазодобычи, рыболовства), отчасти из-за роста бюрократизма и коррупции. Необходимо снимать необоснованные ограничения на проведение исследований (например, извещать о замене зарубежных ученых в морских экспедициях требуется за два месяца), учитывать специфику научной аппаратуры и лабораторных образцов при их таможенном оформлении.

Как отмечалось в прессе, таможенные платежи взимаются даже с экспедиционного имущества дрейфующих станций «Северный полюс» и российских станций в Антарктиде. Подобные ситуации должны отслеживаться соответствующими подразделениями Минобрнауки и быть поводами для обращений в органы государственного управления. Успешность полярных исследований и, как следствие, защита интересов России в Арктике всецело зависят от создания государством инфраструктуры, отвечающей современному мировому уровню.

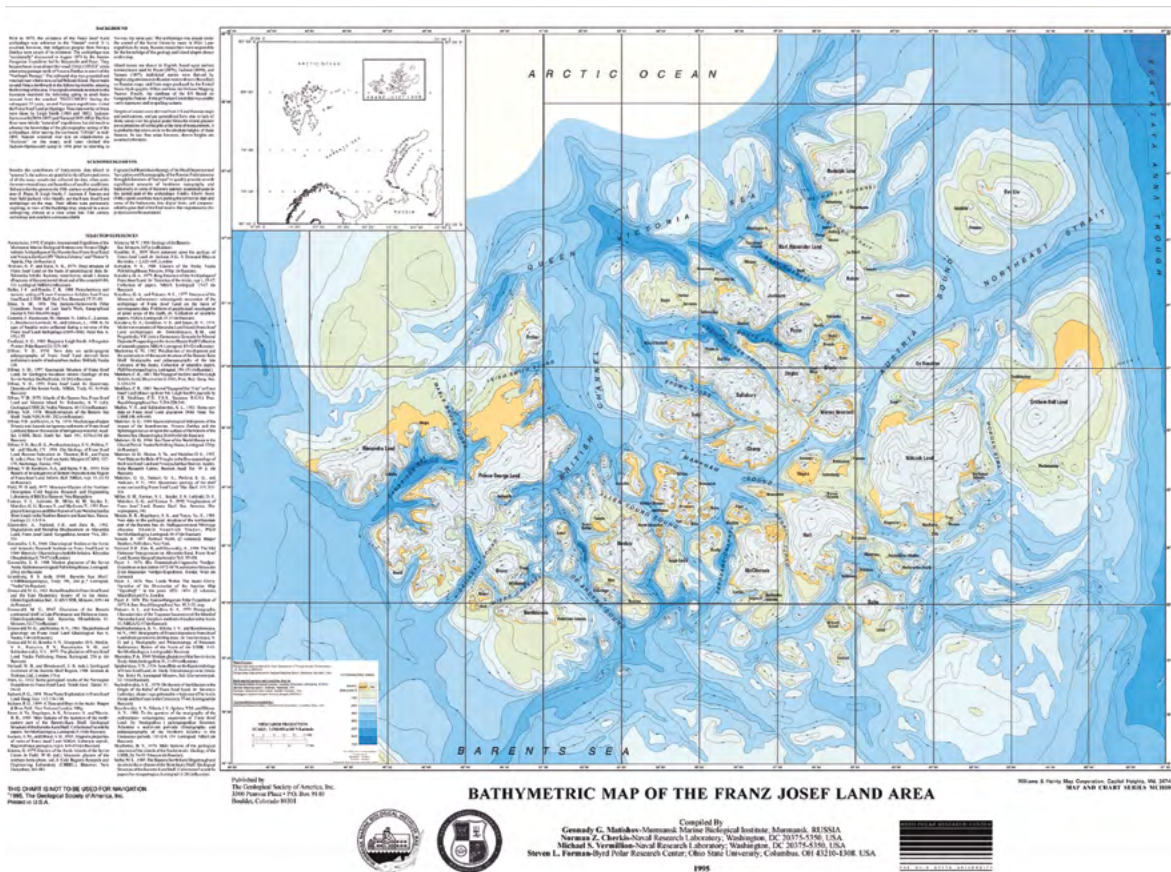


Рис. 8.8. Батиметрическая карта района Земли Франца-Иосифа, 1995 г. [Матишов, 2016]

Геолого-геоморфологические явления включают подводные землетрясения, мутьевые и вдольбереговые потоки наносов в прибрежной зоне, абразию берегов и оползни как факторы воздействия на морскую нефтегазодобычу, трубопроводы и коммуникации, береговые сооружения. При анализе опасных воздействий на подводные трубопроводы и их береговые выходы необходимо учитывать сезонные изменения ледяного покрова, штормовую активность, динамику донных осадков, сейсмичность. Во многих случаях эти факторы взаимосвязаны, и их совместное воздействие повышает вероятность техногенных катастроф.

Важной составляющей геологической среды являются газогидраты шельфа. Они создают риски выбросов газа и водогрунтовой смеси, разжижения грунтов оснований фундаментов и повышенной агрессивности газогенерирующих отложений. Газонасыщенные осадки хорошо изучены, например, на гляциальном шельфе Баренцева и Карского морей (рис. 8.8, 8.9). Однако достоверных данных о самопроизвольных выходах газогидратов в поверхностный слой моря в настоящее время нет, поэтому мониторинг этого явления едва ли возможен.

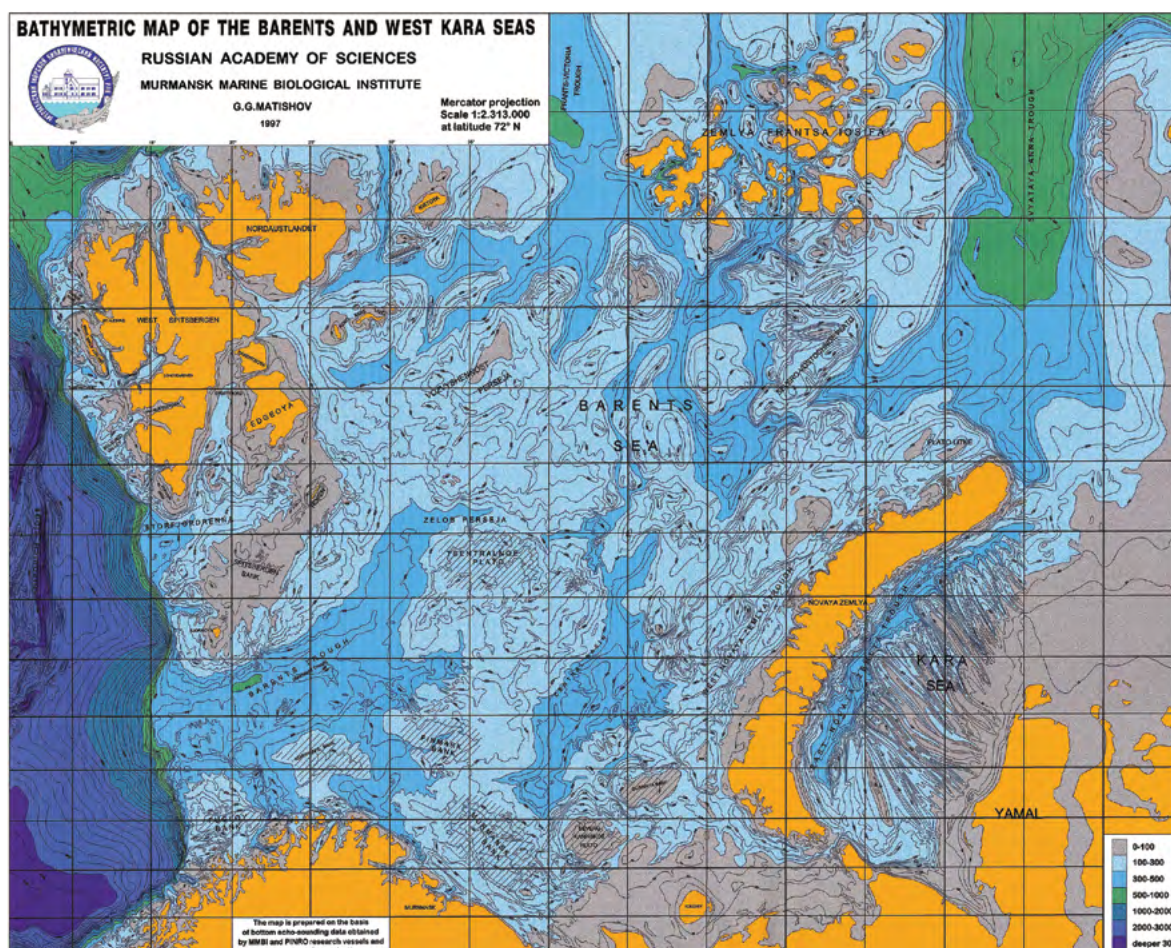


Рис. 8.9. Батиметрическая карта Баренцева и западной части Карского морей
[Bathymetric Map ... 1997; Матишов, 2016]

Опасные явления в атмосфере и ионосфере. На морскую деятельность в той или иной мере влияют процессы в различных слоях атмосферы и толще Мирового океана. Так, возмущения в ионосфере приводят к возникновению северных сияний, к нарушениям радиосвязи, навигационным ошибкам при использовании систем

ГЛОНАСС и GPS. Однако наиболее опасные воздействия ассоциированы с приземным (приводным) слоем атмосферы и с поверхностным слоем океана (где они тоже в значительной степени индуцированы атмосферой). Несомненно, исследование и разработка методов прогноза явлений, непосредственно угрожающих жизни и здоровью людей, а также имеющих разрушительные последствия для приморских территорий, должны стать приоритетными.

Опасные гидрологические явления. Безопасность мореплавания и работа портов решающим образом зависят от режима ветрового волнения. Этот фактор среды хорошо изучен: еще полвека назад были организованы систематические инструментальные наблюдения на морях СССР и разработаны расчетные методы, позволяющие оценивать высоты волн редкой повторяемости при наличии исходной метеорологической информации. Наиболее сильные шторма отмечаются в Беринговом, Охотском, Японском и Баренцевом морях. На Дальнем Востоке в последние годы произошло несколько морских катастроф с многочисленными жертвами, в том числе гибель буровой платформы «Кольская» при ее буксировке в Охотское море (декабрь 2011 г.) и траулера «Восток» в Японском море (январь 2018 г.).

Ведущий и во многих случаях лимитирующий фактор любой морской деятельности – морской лед. На акваториях, где сезонный ледяной покров образуется ежегодно, экосистемы и хозяйственная деятельность к нему адаптированы. Если же замерзание эпизодично, лед становится климатическим риском, резко ограничивающим морскую деятельность. Так, появление ледяного покрова, который в аномально холодные зимы может сохраняться длительное время, дезорганизует работу порта, построенного как «незамерзающий». Например, акватория порта Мурманск, расположенного в вершине Кольского залива, длина которого порядка 80 км, в XX в. замерзала четырежды с интервалом 30–33 года (1901–1902, 1935–1936, 1965–1966, 1997–1999 гг.), что отражает цикличность похолоданий в Арктике.

В прибрежных водах опасность представляют дрейф льда с аномально высокой скоростью, образование торосов, навалов льда и стамух – их перемещение может привести к разрыву подводных трубопроводов и кабелей, разрушению береговых сооружений.

Для Баренцева моря специфична еще одна опасность – айсберги, образующиеся при разрушении горных ледников на арктических архипелагах – Новой Земле, Земле Франца-Иосифа, Шпицбергене. Они наблюдаются, в частности, в районе Штокмановского газоконденсатного месторождения. Столкновение айсберга со стационарной платформой ведет к катастрофическим последствиям, поэтому при проектировании морских промыслов должна учитываться даже малая вероятность такого события. Для предотвращения аварийных ситуаций разрабатываются способы захвата и буксировки айсбергов.

Опасные биологические явления. Эта группа менее формализована и в меньшей степени охвачена централизованными системами мониторинга окружающей среды. К числу приоритетных опасностей относят заморы, «красные приливы», биологические инвазии, вызванные глобальными климатическими изменениями и антропогенными факторами. Замор – массовая гибель водных организмов, вызванная резким снижением содержания растворенного в воде кислорода из-за естественного ухудшения аэрации водоема. В морских условиях это случается в прибрежных водах со слабым водообменом при значительном летнем прогреве и отсутствии ветро-волнового перемешивания. Возможны также зимние заморы подо льдом, что особенно характерно для устьевых взморий северных и сибирских рек – Печоры, Оби. «Красные приливы» представляют собой цветение воды, обусловленное вспышкой численности одноклеточных водорослей (динофлагеллят) и других микроорганизмов.

Статистика опасных явлений должна основываться на конкретном региональном анализе. Нельзя считать постоянными величинами параметры законов распределения, по которым рассчитываются аномалии редкой повторяемости. Климатические нормы и аномалии, до настоящего времени используемые в практике морской деятельности, отражают период относительной стабильности климата – 1950–1980-е гг. Цикл потепления, который охватил средние широты Северного полушария в конце XX – начале XXI в., распространился на Арктику, привел к изменению климатических норм: в разных регионах они отличались не только по абсолютным величинам, но и в сезонном ходе.

Из всего изложенного можно сделать вывод: разработка технологий инструментальных наблюдений и прогнозирования опасных морских процессов в заливах Баренцева, Белого, Балтийского морей потребует новых фундаментальных знаний, новой теории и единой информационной базы данных. Основной упор в будущих работах следует сделать на поддержке береговых и морских экспериментальных исследований с применением новых подходов и методов – томографии водной среды и морского дна, съемок с беспилотных летательных аппаратов, дистанционного зондирования Земли, стандартных океанографических съемок с акцентом на вековые разрезы («Кольский меридиан» в Баренцевом море и др.).

Необходимо создать единую информационную базу данных штормовых нагонов, цунами, катастрофических приливов, боры, сейш, опасных береговых процессов, биологических инвазий, заморозов и др. Современное освоение Арктики сопровождается развитием системы обеспечения национальной безопасности и фундаментальными научными изысканиями, в том числе по обоснованию принадлежности России новых участков арктического шельфа.

Создание долгосрочной программы научных исследований в Арктике должно учесть научную инфраструктуру институтов Кольского научного центра РАН. Важно использование морской ледовой самодвижущейся платформы (МЛСП) «Северный полюс», действующего научно-исследовательского стационара «Ледовая база “Мыс Баранова”», Российского научного центра на архипелаге Шпицберген, геометеорологической обсерватории «Тикси». В результате будем иметь единую технологию получения и предоставления потребителям информации о состоянии природной среды Арктики.

8.2. Общие вопросы

Опираясь на Стратегию пространственного развития Российской Федерации, которую мы обсуждаем, и безусловную необходимость подъема на новый технологический и научный уровень работ в Мировом океане, в судостроении предстоит развивать следующие важнейшие направления:

- Использование дрейфующей ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс» для решения фундаментальных и прикладных экологических задач.
- Постройка морских судов с оборудованием для глубоководного бурения морского дна. Такое бурение требуется, в частности, для получения образцов континентальной коры в районе арктического шельфа.
- Интенсивное обновление рыболовного морского и океанического флота.
- Создание специализированного маломерного флота для развития аквакультуры.
- Увеличение потенциала исследовательского флота, в том числе для Российской академии наук, Министерства науки и высшего образования РФ. Нужны более экономичные корабли, поэтому целесообразно модернизировать существующие или построить новые суда водоизмещением 1,5–2,5 тыс. т. У Академии наук такие корабли есть, но их крайне мало.

Исследование Арктической зоны Заполярья России

Наряду с развитием современных технологий в подъеме уровня исследований нуждается климатология. Расширение фронта исследований в этой области науки будет способствовать повышению точности климатических и погодных прогнозов, безопасности судоходства и освоения полезных ископаемых Арктики, своевременного реагирования сельского хозяйства на погодные угрозы, предсказуемости урожая как наземных, так и водных биоресурсов, что отвечает интересам продовольственной и национальной безопасности нашей страны.

Современная социально-экономическая ситуация в российской Арктике во многом противоречива. Сохраняются негативные последствия демографического и экономического кризисов, затягивается реализация проектов освоения недр и развития инфраструктуры (рис. 8.10).



Рис. 8.10. Инфраструктура в пос. Дальние Зеленцы

Вместе с тем в последние годы наблюдается оживление морской хозяйственной деятельности, увеличение объемов перевозимых грузов по СМП, ощущается стремление Правительства РФ расширять научные исследования (рис. 8.11).

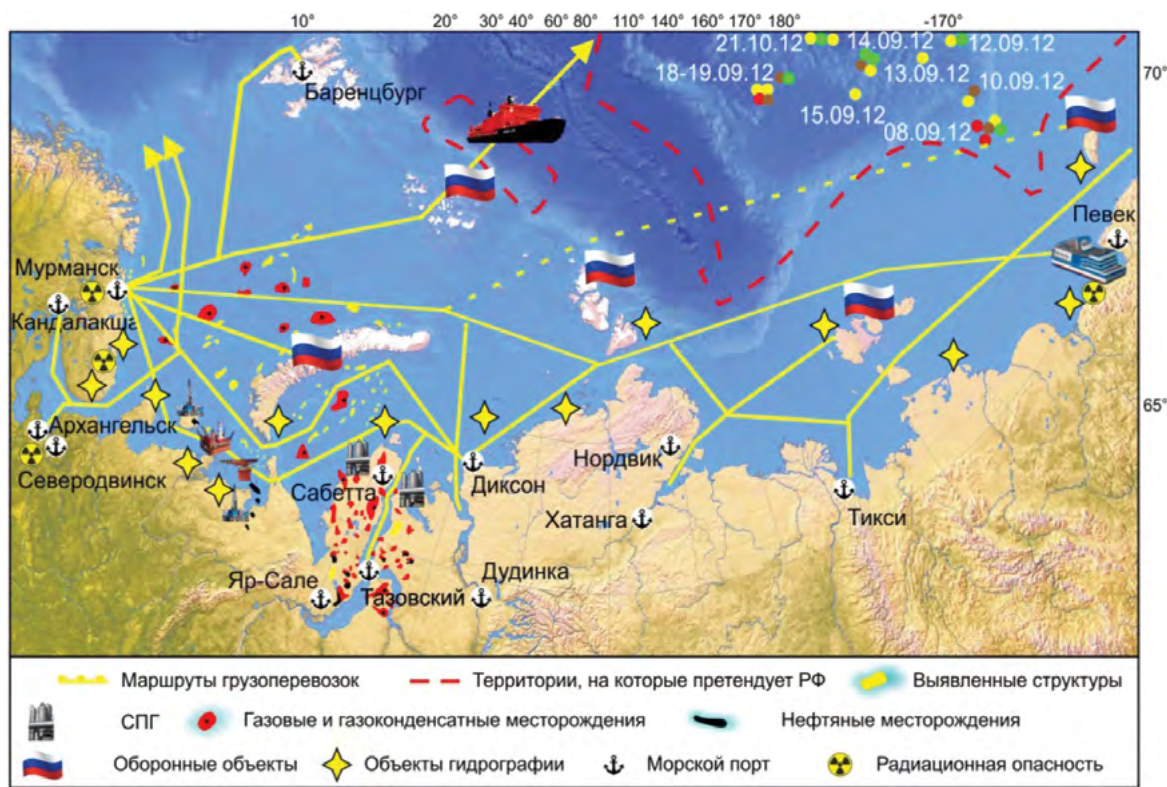


Рис. 8.11. Направления инновационного освоения морской Арктики [Ильин и др., 2020]

При разработке стратегий освоения и изучения Арктики необходимо учитывать следующие факторы:

– Условия жизнедеятельности и ведения хозяйства в Арктике больше, чем в других регионах России, зависят от климатических изменений. Тепловая аномалия двух последних десятилетий – бесспорный факт, но она не выходит за пределы естественных колебаний климата, ее зависимость от антропогенных факторов не доказана. Поэтому климатические прогнозы на период стратегического планирования (до 2030 г. должны быть максимально взвешенными и корректироваться по мере поступления новой информации.

– Международный полярный год 2007–2008 гг. в нашей стране, по сути, представлял собой координацию действующих научных программ, рассчитанную на демонстрационный эффект. Его продолжение или возобновление в форме «Международного полярного десятилетия» может остаться декларацией, если не получит стабильной государственной поддержки. В отечественных полярных исследованиях нельзя делать основную ставку на участие в международных проектах, поскольку зарубежные партнеры (как и мы сами) всегда будут действовать в собственных геополитических интересах. Федеральная целевая программа «Мировой океан», несмотря на многочисленные организационные недостатки, в целом доказала свою состоятельность, обеспечивает преемственность и результативность исследований.

Современный уровень знаний о климатической системе Заполярья (как и планеты в целом) еще недостаточен для объективного суждения об относительном вкладе антропогенных факторов и природных цикличностей в наблюдаемое глобальное потепление.

пление. Состояние климатической системы регулируется прямыми и обратными связями между атмосферой, океаном, морской и наземной криосферой, речным стоком и почвенным покровом. Для их понимания необходим синтез данных комплексного климатического мониторинга (контактного и дистанционного), расчетов по гидродинамическим и статистическим моделям, экспертных оценок. Между тем неопределенность климатических сценариев на ближайшие десятилетия (от ускоренного развития потепления до аномально холодных условий) может стать препятствием для стратегического планирования любой деятельности в Арктике: развития нефтегазового комплекса на шельфе и побережьях, смены поколений ледокольного флота, жизнеобеспечения арктических поселений.

Для разработки достоверных климатических сценариев необходимо объективно оценить современные тенденции изменений климата, морского ледяного покрова и наземного оледенения, многолетней мерзлоты, речного стока и других климатообразующих факторов. Такие оценки должны быть обеспечены непрерывно пополняемой информационной базой, содержащей первичные данные, доступные для исследователей.

Архивация океанографических данных по арктическим морям практически закончена, возможные неучтенные данные вряд ли заметно изменят общую картину. Она свидетельствует о крайне неравномерной океанологической изученности российских арктических морей.

Прогнозы развития глобального потепления в XXI в., как правило, основываются на применении математических моделей атмосферных и океанических процессов. В ряде работ используется подход, основанный на усреднении результатов расчетов по нескольким моделям. Однако такие расчеты пока не позволяют прогнозировать не только изменения текущей погоды с заблаговременностью более одного месяца, но и крупные погодные аномалии с продолжительностью порядка сезона.

Необходимо оценить состоятельность существующих моделей климата и результатов модельных расчетов применительно к арктическому региону, разработать оптимизированные модели, обеспеченные достоверными исходными данными и поддающиеся верификации. Полезно использовать опыт Росгидромета по испытанию и применению новых методов гидрометеорологических прогнозов. Методы и результаты численного моделирования должны оцениваться по результатам ретроспективных расчетов, обеспеченных информационной базой климатических данных, и прогностических расчетов, контролируемых по результатам текущего комплексного мониторинга.

По результатам фундаментальных исследований в рамках проекта должны быть установлены пределы адаптации наземных и морских экосистем Арктики к изменениям климата и антропогенным воздействиям. Это позволит заблаговременно оценить последствия уже сложившихся и ожидаемых климатических аномалий, определить допустимые пределы антропогенных нагрузок, своевременно корректировать схемы охраняемых территорий и акваторий. Прикладным результатом проекта должны стать методы, технологии и управленческие решения, обеспечивающие устойчивую эксплуатацию биоресурсов и сохранение биологического разнообразия Арктики.

Социально-экономические исследования Арктики (в отличие от естественно-научных) в советский период не получили должного развития, и до настоящего времени это отставание не преодолено. В региональной экономике Арктика, как правило, не выделяется в качестве самостоятельного объекта изучения. Эффективность демографических и социологических исследований снижена из-за недостатка репрезентативных статистических данных. Экономический спад 1990-х гг. и депопуляция Арктической зоны еще больше сузили возможности научной деятельности в социально-экономической и гуманитарной сферах.

Развитие Арктики, регулируемое только потребностями обороны и спросом на сырьевые ресурсы, бесперспективно. Оно ведет к демографической дестабилизации, экологической деградации, распаду уклада жизни коренного и старожильского населения. Успешность реализации государственной стратегии социально-экономического развития Арктики в XXI в. будет во многом зависеть от уровня и результативности фундаментальных исследований. А пока можно брать пример с Китая, который, не будучи арктической державой, методично занялся строительством современных ледоколов.

Методология исследований строится на объединении экспедиционного мониторинга и стационарных наблюдений в прибрежной зоне, комплексном усвоении гидрофизических, гидрохимических, геологических и биологических данных в единой системе анализа и прогноза океанологических и экосистемных процессов. При выполнении исследований будет обеспечена преемственность по отношению к методам и результатам первого этапа ФЦП, наряду с этим будут разрабатываться новые научные направления.

Общими задачами для Баренцева, Белого и Балтийского морей являются океанологические съемки на вековых и стандартных океанографических разрезах, комплексные экосистемные наблюдения на НИС, в том числе с использованием недавно введенной в эксплуатацию дрейфующей ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс», попутных судах и в береговых экспедициях, контроль и выявление очагов химического и радиоактивного загрязнения. С использованием расширенной информационной базы будут получены интегральные оценки современного состояния морских экосистем и их реакции на совокупность естественных и антропогенных воздействий (глобальные и локальные климатические изменения, промысловое изъятие биоресурсов, освоение шельфа). Наряду с этим на каждом из морей будут проводиться специализированные исследования, связанные с приоритетными научно-практическими проблемами (рис. 8.12).

Для Баренцева моря наиболее актуальны исследования морской среды и биоты, направленные на обоснование экологически устойчивого рыболовства, освоение нетрадиционных морских ресурсов, оценки воздействия видов-вселенцев на аборигенные сообщества. Планируется усовершенствование существующих и разработка новых численных моделей динамики вод и ледяного покрова, адаптированных к современным технологиям распространения гидрометеорологической информации, в частности спутниковой альтиметрии. На основе ранее созданных институтами-исполнителями баз данных и численных моделей будет разрабатываться автоматизированная система обеспечения потребителей информацией о состоянии природной среды шельфа, в том числе об аномальных явлениях.



Рис. 8.12. Совместное издание Секции океанологии, физики атмосферы и географии ОНЗ РАН и командования ВМФ России

Исследование Арктической зоны Заполярья России

В морской геологии самостоятельным направлением в баренцевоморском и беломорском блоках является исследование магматических формаций на шельфе, связанных с генезисом месторождений углеводородов, редких и редкоземельных металлов, а также прибрежно-морских россыпных месторождений полезных ископаемых.

Климатический фактор имеет первостепенное значение для всех видов морской деятельности в Арктике. В прошлом наиболее успешные ледовые плавания (экспедиция Норденшельда в 1878–1879 гг., высокоширотные морские экспедиции 1930-х гг. XX в., организация регулярных ледокольных проводок в те же годы) приходились на периоды потепления и сокращения ледяного покрова арктических морей. Более тяжелые условия, сложившиеся во второй половине XX в., стимулировали постройку атомного ледокольного флота, не имеющего аналогов в мире.

ЛСП «Северный полюс» – это судно специального назначения с функционалом научно-исследовательского центра, которое способно выполнять круглогодичные комплексные исследования в высоких широтах. На него возлагаются большие надежды (рис. 8.13).



Рис. 8.13. ЛСП «Северный полюс» [ЛСП «Северный полюс» ...]

Платформа может без привлечения ледокола прибывать к месту проведения работ, дрейфовать в акватории Северного Ледовитого океана до двух лет и возвращаться обратно в порт. Корпус судна способен выдерживать сжатия многолетних льдов, что подтверждено модельными экспериментами в ледовом бассейне ААНИИ. На борту обеспечены комфортные и безопасные условия работы и проживания членов экспедиции, а на одной из палуб оборудована вертолетная взлетно-посадочная площадка.

На борту платформы размещены 15 научных лабораторий, которые охватывают весь комплекс изучения природной среды Арктики:

- ионосферные наблюдения;
- геологические, химические и экологические исследования;
- исследования ледовых нагрузок и механики разрушения льда;
- исследования акустической томографии Арктического бассейна;
- исследования пограничного слоя и свободной атмосферы;
- магнитные и гравитационные исследования и многое другое.

При строительстве платформы учтены конкретные процедуры по эффективной организации наблюдений на дрейфующей станции нового типа «судно-лед». Методики развертывания лагеря на льду, установки оборудования и эвакуации, которые будут применяться на платформе, были отработаны на первом этапе экспедиции ТРАНСАРКТИКА 2019. По итогам экспедиции был создан документ, регламентирующий организацию всех операций на льду.

Проект ледостойкой платформы разрабатывался в тесном сотрудничестве Росгидромета, КБ «Вымпел», АО «Адмиралтейские верфи» и ААНИИ. Для разработки исходных технических требований к проекту был проанализирован уникальный опыт ААНИИ по организации, проведению и результатам исследований дрейфующих станций «Северный полюс» за всю историю их существования (всего 40 станций с 1937 по 2013 г.). В результате этого анализа был найден оптимальный вариант плавучего инженерного сооружения для долговременного базирования научно-исследовательских обсерваторий.

Еще раз заострим внимание, что в начале XXI в., как и в 1930-е гг., в Арктике наблюдалось потепление. Это породило в мире, с подачи Альберта Гора, политическую пропаганду скорого таяния льда в Северном Ледовитом океане. Но спустя уже 20 лет лед все еще не растаял. Потому что климат цикличен, и циклы потепления и похолодания сменяют друг друга.

Поход в августе 2017 г. на АЛ «50 лет Победы» показал, что от Северного полюса на тысячи километров – сплошные торосы (рис. 8.14). Необходимо изучение трудов классиков-гидрофизиков, гидроакустиков, гидробиологов, тех, кто работал в Арктике, Антарктиде и Южных морях; важно не сбивать людей с толку, не доводить до экологического психоза, а честно признаться, что Арктика и климат Арктики требуют срочного многостороннего изучения, а вопрос о «глобальном похолодании или потеплении» на сегодняшний день остается дискуссионным. Надо возвращаться от холодной войны между арктическими странами к продолжению совместного изучения Арктики, решению существующих проблем.

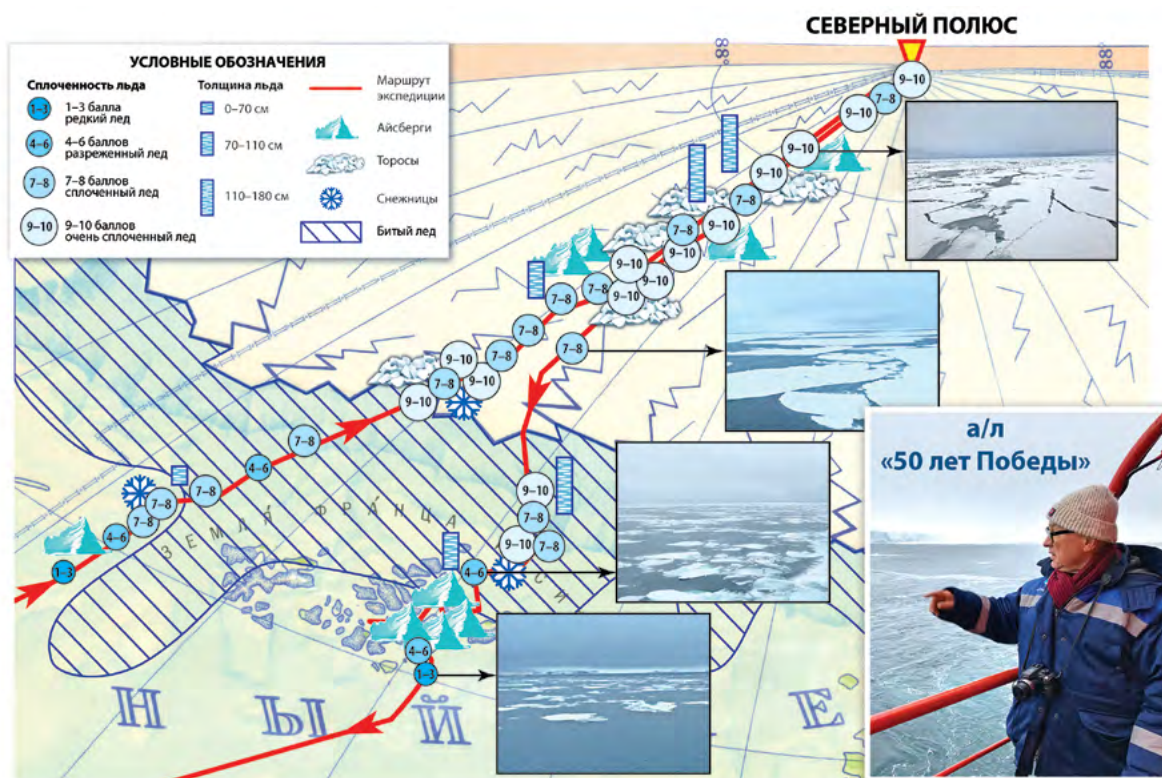


Рис. 8.14. Льды на Северном полюсе. 15–25 августа 2017 г.

Итак, напомним актуальные направления исследований арктических территорий:

– Совершенствование методологии и результатов оценок биоресурсного потенциала арктических морей и прибрежных зон. Создание новых методов и технологий комплексного использования морских организмов в пищевой и фармацевтической промышленности. Подготовка объединенной численной модели структуры, динамики вод и трофодинамики для оценок и прогнозирования биоресурсного потенциала. Уточнение прогнозов экологических последствий новых видов морской деятельности (добыча нефти и газа на шельфе, марикультура, приливная энергетика).

– Подготовка и поддержание работы обновляемой базы данных о состоянии экосистем арктических морей, в том числе для векового разреза «Кольский меридиан».

– Разработка программы биоресурсных исследований нетрадиционных объектов промысла и аквакультуры в морях Арктики.

– Системная методология рационального использования биоценозов с учетом их биологических особенностей и экологической значимости. Строгой охране подлежат белый медведь.

– Создание комплекта карт нефтегазоматеринских толщ, резервуаров и покрышек продуктивных и перспективных комплексов южной части региона, а также ареалов развития базитовых формаций неогена; районирование шельфа применительно к россыпным полезным ископаемым в целях комплексной оценки запасов недр.

– Разработка усовершенствованной численной модели «вода-лед», обеспечение морского нефтегазового комплекса нормативной гидрометеорологической информацией на основе натурных данных и модельных расчетов.

– Детальная оценка влияния океанологических феноменов (внутренние волны, сдвиги течений, ледовые и гидрологические аномалии, миграции планктона) на морскую деятельность человека.

– Возрождение сезонных съемок в Северной Атлантике, Баренцевом и Азовском морях, на Кольском и Дальневосточном вековых разрезах для понимания климата в XXI в.; налаживание наблюдения с применением буйковых станций и «отрывных» поплавковых STD-зондов.

– Чрезвычайно актуальное для Арктики измерение меридионального переноса тепла из Атлантического океана с целью дальнейшего изучения климата Земли.

– Разработка и реализация долгосрочной Федеральной целевой программы по созданию транспортной инфраструктуры, современных городов и заселению арктического побережья (рис. 8.15). Началом можно считать решение о строительстве Северного широтного хода в виде железной дороги между Надымом и Салехардом. Как отметил президент В.В. Путин, этот ямальский проект «даст новый импульс развитию российской Арктики и Северного морского пути».

В указе Президента РФ от 21 февраля 2023 г. говорится о необходимости:

– проведения оценки состояния и деградации многолетней мерзлоты для целей комплексного социального и экономического развития Арктической зоны Российской Федерации, а также развития ее инфраструктуры;

– создания системы контроля за обеспечением безопасности судоходства, управлением транспортными потоками в районах интенсивного движения судов в Арктической зоне Российской Федерации, в том числе реализации комплекса мер по геологическому, геодезическому, картографическому, гидро-метеорологическому, навигационному и гидрографическому обеспечению с использованием отечественных технологий, средств и государственных систем.

В заключение необходимо отметить, что все эти проекты могут быть реализованы только при условии проведения целенаправленной научной политики в Арктике, в том числе обновления технической базы и научно-исследовательского флота, оптимизации сети научно-исследовательских учреждений и полярных станций, создания системы подготовки специалистов всех уровней, от техников до теоретиков высшего ранга.

Население, тыс. чел.

	2005	2010	2015	2017
Республика Коми	963	899	857	841
Архангельская область (без Ненецкого АО)	1240	1183	1130	1111
Мурманская область	839	794	762	754
Красноярский край	2869	2829	2866	2876
Ямало-Ненецкий АО	517	525	534	538
Ненецкий АО	42	42	44	44
Чукотский АО	52	51	50	50
Республика Карелия	676	643	630	622
Республика Саха (Якутия)	954	958	960	964

Продолжительность жизни, лет

	2005	2010	2015	2017
Российская Федерация	65,37	68,94	71,39	72,70
Республика Коми	62,12	66,87	69,40	71,05
Архангельская область (без Ненецкого АО)	62,97	67,99	70,70	71,96
Мурманская область	63,83	68,43	70,24	71,67
Красноярский край	63,02	67,57	69,69	70,61
Ямало-Ненецкий АО	67,58	70,05	71,70	73,53
Ненецкий АО	62,97	64,92	71,00	71,52
Чукотский АО	58,48	57,49	64,16	66,10
Республика Карелия	61,84	66,42	69,16	70,65
Республика Саха (Якутия)	64,68	66,75	70,29	71,66

Рис. 8.15. Основные тренды экономической и демографической динамики арктических территорий РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атласы и батиметрические карты

- Атлас Арктики. М.: ГУГК, 1985. 204 с.
- Атлас биологического разнообразия морей и побережий российской Арктики. М.: WWF России, 2001. 64 с.
- Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины: [Карты] / Ин-т глобального климата и экологии Росгидромета и РАН; науч. рук. акад. Ю.А. Израэля; авт.: С.М. Вакуловский и др. М.: Роскартография, 1998. 142 с.
- Bathymetric Map of the Barents and West Kara Seas. Russian Academy of Sciences, Murmansk Marine Biological Institute / Scale 1; 2/313/000 at Latitude 720. N/ Murmansk, 1997.
- Bathymetric Map of Franz Josef Land Area, Geological Society of America Map and Chart Series / *Matishov G., Cherkin N., Vermillion M., Forman S.* MCHO80. Map Scale: 1:500 000. Colorado, USA, 1995.

Монографии и коллективные труды

- Адушкин В.В., Христофоров Б.Д.* Подводные и прибрежные взрывы / под общ. ред. В.П. Дмитриченко; Институт динамики геосфер РАН. С.-Петербург: Премиум Пресс, 2019. 255 с.
- Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря / [отв. ред. Г.Г. Матишов]. М.: Наука, 2007. 323 с.
- Биология и физиология камчатского краба побережья Баренцева моря / [Г.Г. Матишов и др.; редкол.: Г.Г. Матишов (отв. ред.) и др.]; КНЦ РАН, ММБИ. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. 170 с.
- Золотарев П.Н.* Биология и промысел исландского гребешка *Chlamys islandica* в Баренцевом и Белом морях / Федеральное агентство по рыболовству, ФГБНУ «ПИНРО». Мурманск: ПИНРО, 2016. 288 с.
- Коровин В.П.* Зарубежные технические средства в океанологии. СПб.: РГТМИ, 1994. 196 с.
- Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н.* Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. 236 с.
- Матишов Г.Г.* Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. М.: Наука, 2007.
- Матишов Г.Г.* Дно океана в ледниковый период. Л.: Наука, 1984.
- Матишов Г.Г.* Мировой океан и оледенение Земли. М.: Мысль, 1987.
- Матишов Г.Г., Аверинцев В.Г., Кузнецов Л.Л. и др.* Зимне-весенние биоокеанологические исследования Мурманского морского биологического института в морях Арктического бассейна на судах ледокольного флота. Мурманск, 1996. 18 с.
- Матишов Г.Г., Баданин Ю.А., Дерябин А.А., Дженюк С.Л., Ишкулов Д.Г., Моисеев Д.В.* Комплексные исследования Арктики по трассе Северного морского пути на атомных ледоколах (20 лет опыта ММБИ). Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 96 с.
- Матишов Г.Г., Горяев Ю.И., Ишкулов Д.Г.* Белый медведь Карского моря (результаты экспедиционных работ ММБИ в районе прохождения трасс Севморпути в 1997–2013 гг.) / ММБИ КНЦ РАН. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 112 с.

Матишов Г.Г., Карманова И.В., Дворецкий А.Г. и др. Симбионты промысловых видов крабов Охотского и Баренцева морей / [отв. ред. Д.Г. Ишкулов]; ММБИ КНЦ РАН. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 276 с.

Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Горяев Ю.И. Труднодоступная Арктика. 10 лет биоокеанологических исследований на атомных ледоколах. Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2005б. 146 с..

Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Моисеев Д.В. Климат и большие морские экосистемы Арктики: доклад на Президиуме РАН, 24 мая 2016 г. / ММБИ КНЦ РАН; ЮНЦ РАН. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 96 с.

Матишов Г.Г., Мишин В.Л., Ерохина И.А., Воронцов А.В., Горяев Ю.И. Белый медведь (Результаты экспедиционных работ ММБИ в 1996–2000 гг.). Мурманск: ООО «МИП-1999», 2000. 85 с.

Матишов Г.Г. Климат, водные ресурсы и реконструкция гидротехнических сооружений с учетом интересов населения, рыболовства и сельского хозяйства, судоходства и энергетики. Доклад на расширенном заседании Президиума ЮНЦ РАН (г. Ростов-на-Дону, 25 мая 2016 г.). Ростов н/Д., Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 64 с.

Оперативная океанология и технические средства в интересах Военно-Морского Флота: материалы совместного заседания командования Главного штаба Военно-Морского Флота и Секции океанологии, физики атмосферы и географии ОНЗ РАН (г. Санкт-Петербург, 5–6 октября 2018 г.) / [под ред. акад. Г.Г. Матишова]. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. 254 с.

Смирнов Г.В., Еремеев В.Н., Агеев М.Д., Коротчаев Г.К., Ястребов В.С., Мотыжев С.В. Океанология: средства и методы океанологических исследований. М.: Наука, 2005. 795 с.

Челинцев Н.Г. Математические основы учета животных. М.: Россельхозакадемия, 2000. 431 с.

Bannoura W., Parisot F., Vaze P., and Zaouche G. “Jason-3 Project Status,” OSTST (Ocean Surface Topography Science Team., Tech. Rep. 2013. URL: http://www.aviso.altimetry.fr/fileadmin/documents/OSTST/2013/oral/Zaouche_Jason-3_mission_status_v1.pdf (дата обращения: 17.05.2023).

Burton G. Hurdle (ed.). The Nordic seas. New York; Berlin; Heidelberg; Tokyo: Springer-Verlag, 1986 (eBook).

Matishov D.G., Matishov G.G. Radioecology in Northern European Seas. Berlin: Springer, 2004. 335 p.

Статьи в журналах и сборниках, доклады

Алексеев Г.В., Захаров В.Ф., Иванов Н.Е. Изменения современного климата Арктики // Труды ААНИИ. 2007. Т. 447. С. 7–17.

Беликов С.Е. Белый медведь российской Арктики // Наземные и морские экосистемы. М.: Paulsen, 2011. С. 263–292.

Бельчанский Г.И., Петросян В.Г., Гарнер Г., Дуглас Д. Изучение пространственно-временной динамики параметров местообитания белых медведей (*Ursus maritimus*) и характера использования ресурсов по данным космического мониторинга // Успехи современной биологии. 1998. Т. 118. № 2. С. 227–240.

Беренбойм Б.И. Миграции и расселение камчатского краба в Баренцевом море // Камчатский краб в Баренцевом море. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. С. 65–70.

Вакуловский С.М., Никитин А.И., Чумичев В.Б. О загрязнении морей радиоактивными отходами западноевропейских радиотехнических заводов // Атомная энергия. Т. 58. Вып. 6, июнь. 1985. С. 445–449.

Волков В.А., Мушта А.В., Демчев Д.М. Закономерности изменения крупномасштабной структуры поля дрейфа морского льда в Северном Ледовитом океане (на основе спутниковых данных 1978–2017 гг.) // Докл. Академии наук. 2019. Т. 488. № 4. С. 439–442.

Горбунов Ю.А., Беликов С.Е., Шильников В.И. Влияние ледовых условий на распределение и численность белого медведя в морях Советской Арктики // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1987. Т. 87. Вып. 5. С. 19–28.

Дженюк С.Л., Матишов Г.Г. Неотложные задачи исследования прибрежной и Арктической зоны морей и океанов России // Вестн. РАН. 2018. Т. 88. № 10. С. 936–945.

Золотарев П.Н. Молодь камчатского краба в воронке Белого моря // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 1 (41). С. 60–64.

Ильин Г.В., Усягина И.С., Касаткина Н.Е., Валуйская Д.А. Радиоэкологическое состояние среды морских экосистем Арктики в условиях современного природопользования // Труды Кольского научного центра РАН. 2020. Вып. 7. № 4. С. 260–274.

Кузьмин С.Б., Ипатов А.Ю. Современные приборы и технологии наблюдения за гидрологическими условиями в Северном Ледовитом океане // Океанография и морской лед. М.: Paulsen, 2011. С. 7–22.

Макоедов А.Н., Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н. Мировые тенденции пользования водными биоресурсами // Вестн. РАН. 2023. Т. 93. № 1. С. 36–47.

Матишов Г.Г. Актуальность эмпирических подходов в оперативной океанологии и в изучении опасных явлений // Моря России: методы, средства и результаты исследований: тез. докл. Всерос. науч. конф. (г. Севастополь, 24–28 сент. 2018 г.). Севастополь: ФГБУН МГИ, 2018. 316 с.

Матишов Г.Г. Об океаническом перигляциале // Океанология. 1982. Т. 22. Вып. 2. С. 246–253.

Матишов Г.Г., Гудимов А.В., Денисов В.В. Многоуровневая биоиндикация в системе современной технологии мониторинга: на примере зообентоса эстуарной зоны Кольского залива // Докл. Академии наук. 2008. Т. 418. № 1. С. 134–137.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Арктические вызовы и проблемы полярной науки // Вестн. РАН. 2012. Т. 82. № 10. С. 921–929.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Задачи научного обеспечения морской деятельности в зоне Северного морского пути // Арктика: экология и экономика. 2014а. № 1 (13). С. 48–56.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Научные изыскания в Арктике // Вестн. РАН. 2007. Т. 77. № 1. С. 11–21.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Проблемы управления морским природопользованием и обеспечения экологической безопасности в российской Арктике // Вестн. МГТУ. 2014б. Т. 17. № 3. С. 531–539.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В. Климат и большие морские экосистемы Арктики // Вестн. РАН. 2017. Т. 87. № 2. С. 110–120.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. О природе крупных гидрометеорологических аномалий в арктических и южных морях России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 1. С. 36–46.

Матишов Г.Г., Зуев А.Н., Голубев В.А., Левитус С., Смоляр И. Мегабаза данных по океанографии и биологии морей Западной Арктики // Докл. Академии наук. 2005а. № 2. С. 252–255.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Буфетова М.В., Бердников С.В. Структура потоков радионуклидов в Азовском море (1986–2000 гг.) // Изв. РАН. 2004. № 3. С. 84–91.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Денисов В.В. Рациональное природопользование в связи с перспективой нефтегазодобычи в Арктике // Вестн. РАН. 2009. Т. 79. № 8. С. 696–700.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Солатие Д. и др. Естественное снижение уровня искусственных радионуклидов в Баренцевом море // Докл. Академии наук. 2009. Т. 427. № 4. С. 539–544.

Матишов Г.Г., Матишов К.Д., Кириллова Е.Э. Российская океанология и перспективы освоения биоресурсов Мирового океана // Вестн. РАН. 2019. Т. 89. № 5. С. 509–512.

Матишов Г.Г., Чилингаров А.Н. Объект изучения – российская Арктика // Вестн. РАН. 2002. Т. 72. № 8. С. 687–691.

Матишов Д.Г., Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. Динамика радиоактивного загрязнения донных отложений Баренцева, Белого и Азовского морей // Докл. РАН. 2004. Т. 396. № 3. С. 394–396.

Моисеев Д.В., Ишкулов Д.Г., Ширококолов Д.В., Олейник А.А. Гидрологические и ледовые условия по трассе Севморпути // Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. М.: Наука, 2007. С. 28–50.

Овсянников Н.Г. Поведение белого медведя в конгрегациях на побережье // Зоол. журнал. 1985. Т. 64. Вып. 4. С. 600–605.

Орлов А.М., Бензик А.Н., Ведущева Е.В. и др. Рыбохозяйственные исследования в Чукотском море на НИС «Профессор Леванидов» в августе 2019 г.: некоторые предварительные результаты // Труды ВНИРО. Т. 178. 2018. С. 206–220.

Орлов А.М., Рыбаков М.О., Ведущева Е.В. и др. Новые данные по ихтиофауне четырех морей российской Арктики (Чукотского, Восточно-Сибирского, Лаптевых и Карского) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: мат-лы XXI Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня рождения одного из организаторов современной гидробиологической науки на Камчатке, д.б.н. В.В. Ошуркова. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2020. С. 298–305.

Паровицков В.Я. Белый медведь на Земле Франца-Иосифа // Проблемы Севера. М.: Наука, 1967. Вып. II. С. 49–159.

Успенский С.М., Головкин А.Н., Гуревич В.И., Челинцев Н.Г. Географические группировки белого медведя в Советской Арктике, выделенные на основе геохимических данных // Зоол. журнал. 1985. Т. 64. Вып. 4. С. 600–605.

Anisimov et al. Polar regions (Arctic and Antarctic) // Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group 2 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 2007. P. 653–685.

Atkinson A., Siegel V., Pakhomov E.A., Jessopp M.J., & Loeb V. A reappraisal of the total biomass and annual production of Antarctic krill // Deep Sea Research. Part I: Oceanographic Research Papers. 2009. No. 56(5). P. 727–740.

Gould P.J., Forsell D.J. Techniques for shipboard surveys of marine birds // Fish and Wildlife Technical Rep. Vol. 25. Washington, 1989. 22 p.

Morrov R., Fu L.-L., Arduin F., Mounir B. et al. Global observations of fine-scale ocean surface topography with the Surface Water and Ocean Topography (SWOT) // Mission, Frontiers in Marine Science. April 2019. DOI: 10.3389/fmars.2019.00232

Rasmussen B. On the stock of hood seals in the Northern Atlantic // Fisker og Havet. Vol. 1. P. 1–23. (Transl. from Norwegian by Fish. Res. Board Can. Transl. Ser. No. 387).

Сборники материалов конференций и прочие источники

AMAP. Arctic Pollution – 2002. Oslo, AMAP, 2002. 111 p.

Digital converter TS-MK150N. User manual. TSURUMI-SEIKI CO. LTD. 2009. 36 p.

Polar bears. Proc. of the 15th Working Meeting of the IUCN / SSC Polar Bear Spec. Group. (29 June – 3 July 2009). Copenhagen, Denmark, 2009. 247 p.

Горяев Ю.И., Кузнецов А.В. Отчет по экспедиции на д/э «Заполярный» в Баренцевом и Карском морях в период с 4 по 25 мая 2012 г., 2012. 36 с.

Обзор гидрометеорологических процессов в Северном Ледовитом океане – 2010 / АНИИ. СПб., 2011.

Интернет-источники

Запасы природного газа полуострова Ямал // СПГ: Сжиженный природный газ. LNGas.ru. URL: <https://lngas.ru/russian-lng-projects/yamal/zapasy-prirodnogo-gaza-yamal.html> (дата обращения: 17.04.2023).

Из истории атомного ледокольного флота // Атомфлот. URL: <http://www.rosatomflot.ru/o-predpriyatii/istoriya/> (дата обращения: 17.04.2023).

ЛСП «Северный полюс»: иллюстрация // Высокие технологии России. URL: <https://vtrbook.ru/wp-content/uploads/2022/05/Kompleks-priemnyh-antenn3-2048x1129.jpg> (дата обращения: 17.04.2023).

Мурманским исследователям могут запретить изучать Норвежское море // МК в Мурманске. 20.11.2022. URL: <https://murmansk.mk.ru/science/2022/11/20/murmanskim-issledovatelyam-mogut-zapretit-izuchat-norvezhskoe-more.html> (дата обращения: 23.01.2023).

Новак оценил темпы строительства инфраструктуры Северного морского пути // АЭИ «ПРАЙМ». 01.08.2022. URL: https://1prime.ru/state_regulation/20220801/837662149.html (дата обращения: 17.03.2023).

Оперативное совещание с вице-премьерами // Правительство России: [сайт]. URL: <http://government.ru/news/46150/> (дата обращения: 30.04.2023).

Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020 // Продовольственная и сельскохозяйственная ООН. URL: https://www.fao.org/3/ca9229ru/online/ca9229ru.html#chapter-1_2 (дата обращения: 03.05.2023).

Таблица удвоения // Журнал «Коммерсантъ Власть». № 21 от 29.05.2006. С. 78.

National Ocean Service. URL: <https://celebrating200years.noaa.gov> (дата обращения: 2007 г.).

**СПИСОК ОСНОВНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ
АКАДЕМИКА Г.Г. МАТИШОВА,
СОЗДАНЫХ НА ОСНОВЕ МНОГОЛЕТНЕЙ
НАУЧНОЙ РАБОТЫ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

1972

Котенев Б.Н., Матишов Г.Г. Закономерности расчленения материкового склона и подножия Северного промыслового бассейна (Лабрадорское море, Норвежско-Гренландский бассейн) // Тр. ПИНРО. 1972. Т. 28. С. 13–22.

Матишов Г.Г. Геоморфология материкового склона Норвежско-Гренландского бассейна и Северо-Западной Атлантики: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.00 / Ростов. гос. ун-т. Ростов н/Д., 1972. 27 с.

Матишов Г.Г. Геоморфология подводной окраины Западной Гренландии // Тр. ПИНРО. 1972. Вып. 28. С. 48–57.

1973

Геоморфология Лабрадорского моря и Норвежско-Гренландского бассейна / *Б.Н. Котенев, В.Д. Рвачев ... Г.Г. Матишов* [и др.] // Тр. ПИНРО. 1973. Вып. 34. С. 37–61.

Матишов Г.Г. О влиянии рельефа дна материкового склона Северного промыслового бассейна на распределение рыбных скоплений // Тез. докл. отчетной сессии Ученого совета ПИНРО. Мурманск, 1973.

Обзорная рыбопромысловая карта на р-н Ньюфаундленда и Лабрадора (масштаб 1:1 000 000) / *В.Д. Рогачев, Г.Г. Матишов* // Фонды ПИНРО. 1973.

Физическая схема С.-З. Атлантики Норвежского и Гренландского морей / *Г.Г. Матишов, С.А. Бондар* [и др.] // Тр. ПИНРО. 1973. Вып. 34.

1974

Матишов Г.Г. Рыбопромысловые схемы (4) на район банок Роколл и Хаттон (масштаб 1:500 000) // Фонды ПИНРО. 1974. 21 с.

1975

Матишов Г.Г. Геоморфологическое строение материкового склона Северной Атлантики // Тр. ПИНРО. 1975. Вып. 35. С. 3–21.

Матишов Г.Г. О происхождении и развитии каньонов и долин материкового склона Северо-Западной Атлантики и Норвежско-Гренландского бассейна // Океанология. 1975. Т. 15. № 6. С. 1057–1062.

Матишов Г.Г. Прибрежные конечно-моренные гряды в южной части Баренцева моря // Морская геология. 1975. Вып. 4. С. 24–41.

Матишов Г.Г. Строение и происхождение краевых (продольных) желобов гляциальных шельфов // Океанология. 1975. Т. XVI. Вып. 2. С. 315–328.

Матишов Г.Г., Рвачев В.Д. Значение рельефа морского дна для океанического рыболовства // Геоморфология. 1975. № 1. С. 28–32.

1976–1977

Матишов Г.Г., Рвачев В.Д. Новая батиметрическая карта Баренцева моря и ее использование в рыбохозяйственных целях // Тез. докл. отчетной сессии ПИНРО. Мурманск, 1976.

Атлас батиметрических, физиографических и рыбопромысловых карт подводной окраины материков Северной Атлантики и европейских морей Северного Ледовитого океана / *В.Д. Рвачев, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО – ВНИРО. 1977.

Матишов Г.Г. Геоморфология дна и проблема плейстоценового оледенения баренцевоморского шельфа // Геоморфология. 1977. Вып. 2. С. 91–98.

Матишов Г.Г. О характере плейстоценового оледенения Баренцева моря // Докл. Академии наук СССР. 1977. Т. 232. № 1. С. 184–187.

Матишов Г.Г. Рельеф, морфотектоника и основные черты развития шельфа Баренцева моря // Океанология. 1977. Т. XVII. Вып. 3. С. 315–328.

Рвачев В.Д., Матишов Г.Г. Рельеф дна Баренцева моря (с приложением рыбопромысловых и геоморфологических карт) // Фонды ПИНРО. 1977.

1978

Альбом профилей эхолотирования и НСП, карт геофизических полей, осадочного чехла подводной окраины материков Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана / *В.Д. Рвачев, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО – ВНИРО. 1978.

Матишов Г.Г. Геоморфология дна и некоторые особенности гляциального морфогенеза подводной окраины Западного Шпицбергена // Океанология. 1978. Т. XVIII, вып. 2. С. 255–262.

Обзорная батиметрическая карта Срединно-Атлантического хребта между 40° и 64° с. ш. (Масштаб 1:1 000 000) по 60° (с объяснительной запиской) / *В.Д. Рвачев, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО. 1978.

Основные черты геоморфологии дна и осадочного покрова юго-восточной части Баренцева моря / *Г.Г. Матишов, В.Д. Рвачев [и др.]* // Тр. ПИНРО. 1978. Вып. 40.

1979

Атлас геоморфологических, палеогеографических, литологических, структурно-геологических, сейсмических профилей МОВ и МПВ континентальной окраины Северной Атлантики / *Б.И. Ванюхин, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО, 1979.

Матишов Г.Г. Генетическая классификация рельефа подводной окраины материков (на примере Северного Ледовитого океана и Северной Атлантики) // Океанология. 1979. Т. 19. № 1. С. 84–92.

Обзорная рыбопромысловая карта хребтов Рейкьянес и Северо-Атлантический. Масштаб 1:1 000 000 (с объяснительной запиской) / *В.Д. Рвачев, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО. 1979. 39 с.

Рыбопромысловые схемы р-на Мурманского мелководья (2 схемы, масштаб 1:2 000 000) с объяснительной запиской / *В.Д. Рвачев, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО. 1979. 11 с.

1980

Геоморфологические критерии реконструкции позднеплейстоценовых ледниковых покровов Северной Евразии / *А.Н. Маккавеев, А.А. Асеев, В.И. Астахов [и др.]* // Геоморфология. 1980. № 4. С. 13–27.

Макет грунтовой карты Баренцева моря / *Р.В. Касабов, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО. 1980.

Матишов Г.Г. Геоморфологические признаки воздействия Скандинавского, Новоземельского, Шпицбергенского ледниковых покровов на поверхности Баренцева моря // Океанология. 1980. Т. 20. № 4. С. 669–680.

Матишов Г.Г. Гляциальный и перигляциальный рельеф дна океана: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 11.00.04 / Московский гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Мурманск, 1980. 54 с.

Матишов Г.Г. Морфоструктура и некоторые особенности формирования поверхности шельфа в дочетвертичное время // Геоморфология. 1980. № 4.

Матишов Г.Г. Основные геоморфологические аспекты проблемы оледенения Баренцева моря // Природа и хозяйство Севера. 1980. Вып. 8.

1981

Геоморфологическая карта СССР. Масштаб 1:2 500 000 / *Г.Г. Матишов [и др.]*. М.: Наука, 1981.

Матишов Г.Г. Зональность геологической деятельности ледников на Баренцевом и других гляциальных шельфах // Геоморфология. 1981. № 3.

Матишов Г.Г. Некоторые особенности дочетвертичного рельефа шельфа Северной Атлантики // Геоморфология. 1981. № 3. С. 16–25.

Матишов Г.Г. О понятии «океанический перигляциал» // Океанология. 1981. Т. 21. № 3.

Рыбопромысловые схемы Северо-Атлантического хребта. Масштаб 1:100 000 / *В.Д. Рвачев, Г.Г. Матишов [и др.]* // Фонды ПИНРО. 1981. 25 с.

1982–1989

Матишов Г.Г. Ледниковые желоба гляциальных шельфов Арктики и Субарктики // Природа и хозяйство Севера. 1982. Вып. 10. С. 18–25.

Матишов Г.Г. Роль материкового льда в развитии желобов гляциальных шельфов Арктики и Субарктики // Геоморфология. 1982. № 2. С. 20–30.

Матишов Г.Г., Тарасов Г.А., Алексеев В.В., Павлова Л.Г. Комплексная палеоокеанологическая экспедиция в Баренцево море и Норвежско-Гренландский бассейн // Океанология. 1984. Т. 24. № 1. С. 188–189.

Матишов Г.Г. Краевые ледниковые образования дна океана // Океанология. 1986. Т. 26. № 6. С. 967–975.

Тарасов Г.А., Любцов В.В., Матишов Г.Г. К вопросу температурного режима донных осадков северных морей // Докл. АН СССР. 1988. Т. 301. № 6. С. 1442–1445.

Матишов Г.Г. Общие вопросы морской палеоэкологии плейстоцена Северной Европы // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1989. № 6. С. 101–108.

Makkaveyev A.N., Aseyev A.A., Astakhov V.I., Bronguleyev V.V., Isayeva L.L., Lavrov A.S., Matishov G.G. Geomorphological criteria for the reconstruction of late pleistocene ice caps in Northern Eurasia // Polar Geography and Geology. 1982. Vol. 6 (1). P. 25–41.

1990

Матишов Г.Г. Море на грани опустошения // Природа. 1990. № 3. С. 30–37.

Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Экологические и природоохранные проблемы морей Северо-Европейского бассейна // Изв. АН СССР. Сер. география. 1990. № 6. С. 52–62.

Chernitsky A., Matishov G. Salmon breeding on the Kola Peninsulas // The Sou'wester. The voice of Atlantic Canada's Fishing and Marine Industry. 1990. Vol. 22 (10). P. 15.

1991–1992

Матишов Г.Г. Ни в водах рыб, ни птиц по берегам // Север. 1992. № 2. С. 376–378.

Matishov G.G. Soviet Arctic Needs Environmental Focus // Forum for applied research and public policy. 1991. Vol. 6 (2). P. 71–73.

Matishov G.G., Weslawski S. Barents Sea Biological Resources and Human Impact. Map. Scale: 1:3 000 000. Norwegian Polar Inst. Oslo, 1991.

Matishov G., Sahatdinow A., Weslawski S. Ecology of Novaya Zemlya Region. Map Scale: 1:2 000 000. Polish Academy of Sciences. Sopot, 1992.

1993

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Подобедов В.В., Павлова Л.Г. Радиационная обстановка на Кольском полуострове, Новой Земле, Земле Франца-Иосифа и на акватории Баренцева моря // Докл. Академии наук. 1993. Т. 330. № 4. С. 520–522.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Щина Е., Павлова Л.Г. Новые данные о содержании радионуклидов в Баренцевом море и на побережье // Докл. Академии наук. 1993. Т. 332. № 1. С. 118–119.

Matishov G., Cherkin N., Vermillion M., Forman S. Bathymetric Map of Franz Josef Land Area, Geological Society of America Map and Chart Series. MCHO80. Map Scale: 1:500 000. Colorado, USA, 1995.

1994

Матишов Г.Г., Лаврушин Ю.А., Тарасов Г.А. Зональность процессов осадконакопления на современных зандрах Шпицбергена // Докл. РАН. 1994. Т. 337. № 4. С. 494–496.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. Арктика: новые данные // Федеральное ведомство экологического права. Экос-информ, 1994. № 9–10. С. 200–202.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Назимов В.В. Уровни и основные направления переноса радионуклидов в Баренцевом и Карском морях. Масштаб 1:4 704 075. Рованиеми (Финляндия), 1994.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Щина Е., Павлова Л.Г. Радиоактивное загрязнение среды и биоты на Новой Земле вследствие испытаний ядерного оружия // Докл. Академии наук. 1994. Т. 337. № 6. С. 824–826.

Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Деграляция экосистем морей Европейского Севера под воздействием промысла биоресурсов и пути их восстановления // Изв. РАН. Сер.: Биология. 1994. № 1. С. 119–126.

Matishov G.G., Tarasov G.A., Pavlova L.G., Alekseev V.V. Quaternary geology of the shelf areas surrounding Franz Josef Land // Mar. Geol. 1994. Vol. 119. P. 301–304.

1995

Матишов Г.Г. В центре внимания ученых – проблемы биологии северных морей // Вестн. РАН. 1995. Т. 65. № 11. С. 1012–1015.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Риссанен Х. Загрязнение донных отложений Белого моря искусственными радионуклидами // Докл. Академии наук. 1995. Т. 345. № 2. С. 256–258.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Риссанен Х. Особенности накопления радионуклидов в бентосных организмах и рыбах Баренцева и Карского морей // Докл. Академии наук. 1995. Т. 342. № 1. С. 134–135.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Риссанен Х. Уровни цезия-137 в донных отложениях моря Лаптевых // Докл. Академии наук. 1995. Т. 344. № 6. С. 810–811.

Матишов Г.Г., Шпарковский И.А., Назимов В.В. Воздействие дноуглубительных работ на биоту Баренцева моря при обустройстве Штокмановского газоконденсатного месторождения // Докл. Академии наук. 1995. Т. 345. № 1. С. 138–141.

Радионуклиды в морях Западной Арктики / *Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Л.Г. Павлова [и др.]* // Изв. РАН. Сер. географ. 1995. № 6. С. 36–42.

Arsenic, trace metals, and organic micro contaminants in sediments from the Pechora Sea, Russia / *D.L. Loring, K. Naes, S. Dahle [et al.]* // Marine Geology. 1995. Vol. 128. P. 153–167.

Matishov D., Matishov G., Rissanen K. Peculiarities of radionuclides accumulation in benthic organisms and fish of the Barents and Kara Seas // Environmental Radioactivity in the Arctic. Osters. 1995. P. 233–237.

Matishov G.G. Olju on merem unka ja Toivo // Suomen Kuvalehti. 1995. № 1. P. 58–61.

Postglacial emergence and distribution of late Weichswelian ice-sheet loads in the northern Barents and Kara Seas / *S.L. Forman, D. Lubinski, G.H. Miller [et al.]* // Geology. 1995. Vol. 23 (2). P. 113–116.

1996

Калабин Г.В., Матишов Г.Г. The Murmansk Region Environmental Pollution Impact (1990–1995). Экологическая карта. Масштаб: 1:1 000 000. М., 1996.

Матишов Г.Г., Денисенко С.Г. Современное состояние донной фауны губы Черной (архипелаг Новая Земля) // Докл. РАН. 1996. Т. 346. № 2. С. 284–286.

Матишов Г.Г., Шпарковский И.А., Костин Д.А., Назимов В.В. Влияние донных осадков на гидробионтов Баренцева моря при обустройстве Штокмановского газоконденсатного месторождения // Биология моря. 1996. Т. 22. № 2. С. 120–125.

Матишов Д.Г., Матишов Г.Г., Риссанен Х. Радиоактивное загрязнение Кольского залива Баренцева моря // Докл. РАН. 1996. Т. 351. № 4. С. 571–573.

Экологические проблемы безопасной эксплуатации подводного газопровода Штокмановского ГКМ / *Г.Г. Матишов, Г.В. Степахно, В.В. Кошелева, А.Ф. Федоров.* Мурманск: ГУПП «Русская Лапландия», 1996. 42 с.

Postglacial emergence of western Franz Josef Land, Russia, and Retreat of the Barents Sea ice sheet / *S. Forman, D. Lubinski, G. Miller [et al.]* // Quaternary Science Reviews. 1996. Vol. 15. P. 77–90.

Radionuclides in Seas of the Western Arctic / *G.G. Matishov, D.G. Matishov, L.G. Pavlova [et al.]* // Polar Geography. 1996. Vol. 20 (1). P. 65–77.

1997

Адров Н.М., Матишов Г.Г., Слободин В.П. Расчет сезонов в водах Баренцева моря // Докл. РАН. 1997. Т. 355. № 3. С. 394–396.

Матишов Г.Г. Надо резко изменить ориентацию // Вестн. РАН. 1997. Т. 67. № 5. С. 421–423.

Матишов Г.Г. Экспедиционные исследования в Северном Ледовитом океане // Вестн. РАН. 1997. Т. 67. № 1. С. 31–35.

Матишов Г.Г., Аверинцев В.Г., Кузнецов Л.Л., Савинов В.М. Зимние биологические исследования в Печорском и Карском морях на ледоколах по трассе Севморпути // Докл. РАН. 1997. Т. 352. № 1. С. 133–136.

Матишов Г.Г., Зензеров В.С., Чинарина А.Д. Мурманский морской биологический институт. Мурманск: ООО «МИП-999», 1997. 48 с.

Матишов Г.Г., Зуев А.Н., Денисов В.В. Моделирование последствий разлива нефтяных углеводородов в пелагиали Баренцева моря (на примере Штокмановского газоконденсатного месторождения) // Докл. РАН. 1997. Т. 353. № 3. С. 398–401.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Намятов А.А. Уровни и условия накопления антропогенных радионуклидов в Кольском и Мотовском заливах // Докл. РАН. 1997. Т. 357. № 6. С. 812–814.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Риссанен К. Уровень накопления стронция-90 в донных отложениях и биоте Баренцева и Карского морей // Докл. РАН. 1997. Т. 353. № 5. С. 700–702.

Матишов Г.Г., Павлова Л.Г., Зензеров В.С. Биологически активные вещества в водорослях-макрофитах Восточного Мурмана // Докл. РАН. 1997. Т. 357. № 5. С. 717–718.

Матишов Г.Г., Чинарина А.Д., Зензеров В.С. Мурманскому морскому биологическому институту Кольского научного центра РАН 60 лет // Океанология. 1997. Т. 37. № 4. С. 619–623.

Оценка воздействия на окружающую среду поисково-оценочных работ на нефть по площади Медынская–море в юго-восточной части Баренцева моря / *Г.Г. Матишов, Н.В. Денисенко, С.Г. Денисенко [и др.]*. Мурманск: ООО «МИП-999», 1997. 85 с.

Радионуклиды и океанографические условия их накопления в Кольском и Мотовском заливах (Баренцево море) / *Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, А.А. Намятов [и др.]*. Мурманск: ООО «МИП-999», 1997. 32 с.

Химические процессы в экосистемах северных морей (гидрохимия, геохимия, нефтяное загрязнение) / *Г.Г. Матишов, Л.Г. Павлова, Г.В. Ильин [и др.]*. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 404 с.

Bathymetric Map of the Barents and West Kara Seas / *G.G. Matishov*; Russian Academy of Sciences, Murmansk Marine Biological Institute. Scale 1 : 2 500 000 at latitude 72°N. Murmansk, 1997.

Holocene relative Sea-level history of Franz Josef Land, Russia / *S. Forman, R. Weihe, D. Lubinski [et al.]* // Geological Society of America Bulletin. 1997. Vol. 109. No. 9. P. 1116–1133.

Ikheimonen T.K., Rissanen K., Matishov D.G., Matishov G.G. Plutonium in fish, algae and sediments in the Barents, Petshora and Kara Seas // The Science of the Total Environment. 1997. Vol. 202. No. 1–3. P. 79–87.

Rissanen K., Ikheimonen T.K., Matishov G.G., Matishov D.G. Radioactivity Levels in Fish, Benthic Fauna, Seals and Sea Birds Collected in the Northwest Arctic of Russia // Radioprotection. Colloques, Finland. 1997. Vol. 32. No. 2. P. 323–331.

1998

- Загрязнения донных отложений Кольского залива / Г.Г. Матишов, Г.В. Ильин, Т.Н. Савинова [и др.] // Изв. РАН. Сер. географ. 1998. № 4. С. 99–106.
- Карамушко О.В., Берестовский Е.Г., Матишов Г.Г. Новые данные о динамике размерного состава трески в прибрежье Мурмана // Докл. РАН. 1998. Т. 361. № 4. С. 566–567.
- Климатический атлас Баренцева моря, 1898–1993. Версия 1 / Г.Г. Матишов, А.Н. Зуев, В.А. Голубев [и др.]. 1998. 122 с.
- Матишов Г.Г. Комплексные исследования морей Западной Арктики в новой социально-экономической ситуации // Наука и технология в России. 1998. № 7 (30). С. 26–27.
- Матишов Г.Г. Морская экология и развитие рыболовства и нефтегазодобычи в Баренцево-Карском регионе // Вестн. РАН. 1998. Т. 68. № 2. С. 129–131.
- Матишов Г.Г. Стратегия изучения Арктики // Вестн. РАН. 1998. Т. 68. № 6. С. 515–520.
- Матишов Г.Г., Волков В.А., Денисов В.В. О структуре циркуляции теплых атлантических вод в северной части Баренцева моря // Докл. РАН. 1998. Т. 362. № 4. С. 553–556.
- Матишов Г.Г., Голубева Н.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В. Содержание поллютантов в снежном покрове Карского и Печорского морей // Докл. РАН. 1998. Т. 361. № 5. С. 715–718.
- Матишов Г.Г., Лаврушин Ю.А., Эпштейн О.Г., Чистякова И.А. Важнейшие особенности ледниково-морского седиментогенеза и их экологический эффект на различных типах гляциальных шельфов // Докл. РАН. 1998. Т. 362. № 6. С. 803–806.
- Матишов Г.Г., Мишин В.Л., Зырянов С.В., Воронцов А.В. Распределение птиц и млекопитающих в Печорском и Карском морях весной 1997 г. // Докл. РАН. 1998. Т. 361. № 1. С. 128–132.
- Матишов Г.Г., Шпарковский И.А., Муравейко В.М. Анализ токсичности буровых растворов, применяемых при поисково-оценочных работах на шельфе арктических морей // Докл. РАН. 1998. Т. 361. № 6. С. 849–852.
- Особенности аккумуляции ^{137}Cs различными типами донных отложений прибрежных вод Баренцева и Карского морей / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, А.А. Намятов [и др.] // Литология и полезные ископаемые. 1998. № 5. С. 540–543.
- Особенности среды и биоты в зоне морского перигляциала Новой Земли / Г.Г. Матишов, С.А. Корсун, Н.Н. Пантелеева [и др.] // Докл. РАН. 1998. Т. 360. № 5. С. 691–694.
- Современный уровень загрязнения хлорированными и нефтяными углеводородами донных отложений губы Печенга, Баренцево море / Г.Г. Матишов, В.М. Савинов, С. Дале [и др.] // Докл. РАН. 1998. Т. 361. № 3. С. 425–428.
- Тарасов Г.А., Матишов Г.Г. Особенности ледового седиментогенеза на шельфе западно-арктических морей // Докл. РАН. 1998. Т. 360. № 6. С. 799–802.
- Arsenic and other trace Metals in Sediments from the Kara Sea and the Ob and Yenisey estuaries, Russia / D.H. Loring, S. Dahle, K. Nase [et al.] // Aquatic Geochemistry. 1998. Vol. 4. P. 233–252.
- Climatic Atlas of the Barents Sea. Temperature, Salinity, Oxygen. Version 1. April 1998 / G. Matishov, A. Zuev, V. Golubev [et al.]. NOAA/NODC, Washington, 1998. 98 p.
- Contamination of bottom sediments in Kola Bay, Russia / G.G. Matishov, G.V. Ilyin, T.N. Savinova [et al.] // Polar Geography. 1998. Vol. 22 (4). P. 283–292.

Matishov G.G., Denisov V.V., Kirillova E.E. Role of a procedure of environment impact assessment (EIA) in elaborating the integrated project of managing the Barents Sea coastal zones // *Ocean & Coastal Management*. 1998. Vol. 41 (2–3). P. 221–236.

Matishov G.G., Matishov D.G., Rissanen K. Some results on ¹³⁷Cs distribution in Laptev Sea bottom sediments // *Reports on Polar Research*. 1998. Vol. 287. P. 44–54.

Matishov G.G., Tarasov G.A., Samoilovich Yu.G. History of studies of the bottom relief and sediments in the Russian Arctic Seas // *Berichte for Polarforschung*. 1998. Vol. 287. P. 44–55.

Rissanen K., Ikaheimonen T.K., Matishov D.G., Matishov G.G. Radioactivity Levels in Kola Bay // *J. Radiation Protection Dosimetry*. 1998. Vol. 75 (1–4). P. 223–228.

1999

Биоокеанографические признаки похолодания в Западной Арктике / *Г.Г. Матишов, Е.Г. Берестовский, Д.Г. Матишов [и др.]* // Докл. РАН. 1999. Т. 368. № 2. С. 254–258.

К вопросу позднечетвертичного осадкообразования в районе Центральной возвышенности Баренцева моря / *Г.А. Тарасов, И.А. Погодина, В.Б. Хасанкаев [и др.]* // Докл. РАН. 1999. Т. 367. № 6. С. 792–795.

Климатический атлас Баренцева моря / *Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, А.Н. Зуев [и др.]* // Докл. РАН. 1999. Т. 366. № 5. С. 692–694.

Макаров М.В., Воскобойников Г.М., Шошина Е.В., Матишов Г.Г. Влияние ультрафиолетовой радиации на споры *Laminaria saccharina* (Phaeophyta) Баренцева моря // Докл. РАН. 1999. Т. 367. № 2. С. 286–288.

Матишов Г.Г., Денисов В.В. Экосистемы и биоресурсы европейских морей России на рубеже XX и XXI веков. Мурманск: ООО «МИП-999», 1999. 124 с.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Экологический мониторинг прибрежной зоны Баренцева и Карского морей // Изв. РАН. Сер. географ. 1999. № 3. С. 69–76.

Матишов Г.Г., Дружков Н.В., Дружкова Е.И., Ларионов В.В. Фитопланктон северной части Баренцева моря (желоб Франц-Виктория) в начале зимнего периода // Докл. РАН. 1999. Т. 367. № 4. С. 560–562.

Матишов Г.Г., Зуев А.Н., Шпарковский И.А. Оценка вероятности загрязнения акватории и побережья Печорского моря при разливе нефти в районе Приразломного месторождения // Докл. РАН. 1999. Т. 367. № 5. С. 702–704.

Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Соленость в условиях океанического перигляциала в арктических морях // Докл. РАН. 1999. Т. 367. № 1. С. 115–116.

Океанографические и биологические исследования арктических морей по трассе Севморпути в 1999 г.: препринт / *Г.Г. Матишов, А.В. Воронцов, Н.И. Голубева [и др.]*. Мурманск: ММБИ, 1999. 72 с.

Савинов В.М., Матишов Г.Г., Дале С., Савинова Т.Н. Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях Белого моря: уровень, композиционный состав, источники загрязнения // Докл. РАН. 1999. Т. 367. № 3. С. 385–387.

Anthropogenic radionuclides in the Kola and Motovsky of the Barents Sea / *G.G. Matishov, D.G. Matishov, A.A. Namjatov [et al.]* // *J. of Environmental Radioactivity*. 1999. Vol. 43. P. 77–88.

Environmental influences on benthic fauna associations of the Kara Sea (Arctic Russia) / *L.L. Jorgensen, T.H. Pearson, N.A. Anisimova [et al.]* // *Polar Biology*. 1999. Vol. 22. P. 395–416.

Matishov G.G. Oceanic periglacial in the evolution of the Arctic marine ecosystems // *World Resource Review*. 1999. Vol. 11 (2). P. 190–195.

Postglacial emergence and Late Quaternary glaciation on northern Novaya Zemlya, Arctic Russia / *S.L. Forman, D.G. Lubinski, J.J. Zeeberg [et al.]* // *Boreas*. 1999. Vol. 28 (1). P. 133–145.

Tarasov G.A., Ivanov G.I., Kukina N.A., Matishov G.G. The Granulometrical Structure of Surface Sediments in the St. Anna Trough Area. In: *Modern and Late Quaternary Depositional Environment of the St. Anna Trough Area, Northern Kara Sea* // *Berichte zur Polarforschung*. 1999. Vol. 342. P. 124–134.

Tarasov G.A., Matishov G.G., Samoilovich Yu.G., Kukina N.A. The History of Russian Geological Investigation of Bottom Sediments in The Barents and Kara Seas (with special emphasis on MMBI studies). In: *Modern and Late Quaternary Depositional Environment of the St. Anna Trough Area, Northern Kara Sea* // *Berichte zur Polarforschung*. 1999. Vol. 342. P. 10–15.

2000

Белый медведь (результаты экспедиционных работ ММБИ в Карско-Баренцевоморском бассейне в 1996–2000 гг.) / *Г.Г. Матишов, В.Л. Мишин, И.А. Ерохина [и др.]*. Мурманск: ООО «МИП-999», 2000. 70 с.

Биологический атлас морей Арктики – 2000: планктон Баренцева и Карского морей / *Г.Г. Матишов, П.Р. Макаревич, С.Ф. Тимофеев [и др.]*. Silver Spring: Мировой центр данных по океанографии, 2000. Международная серия атласов. Вып. 2. 349 с.

Макаревич П.Р., Матишов Г.Г. Весенний продукционный цикл фитопланктона Карского моря // Докл. РАН. 2000. Т. 375. № 3. С. 421–423.

Матишов Г.Г. Наука прогнозирует безопасность // *Политика. Экономика. Финансы*. 2000. № 7 (25). С. 23–25.

Матишов Г.Г. Современные проблемы океанологии и географии океана // *Вестн. РАН*. 2000. Т. 70. № 8. С. 682–687.

Матишов Г.Г. Состояние экосистем и биопродуктивности европейских морей России (на примере Азово-Черноморского и Баренцева бассейнов) // *Научная мысль Кавказа*. 2000. № 1. С. 48–54.

Матишов Г.Г., Горяев Ю.И., Воронцов А.В., Мишин В.Л. Сезонное распределение и численность морских млекопитающих в восточной части Баренцева моря // Докл. РАН. 2000. Т. 372. № 3. С. 427–429.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Чинарина А.Д., Кириллова Е.Э. Современная динамика экосистем и биоресурсов европейских морей России под воздействием природных и антропогенных факторов // *Изв. РАН. Сер. географ.* 2000. № 6. С. 28–36.

Матишов Г.Г., Зуев А.Н., Голубев В.А., Денисов В.В. К проблеме построения океанологических климатических CD-атласов (на примере морей Северо-Запада России) // *Оптика атмосферы и океана*. 2000. Т. 13. № 1. С. 80–87.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Намятов А.А. Современный уровень загрязнения морской среды Азовского моря // *Вопр. рыболов.* 2000. Т. 1. № 2–3. С. 47–48.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Намятов А.А. Содержание искусственных радионуклидов в рыбах и водорослях Баренцева моря // *Вопр. рыболовства*. 2000. Т. 1. № 2–3. С. 48–49.

Матишов Г.Г., Мишин В.Л., Воронцов А.В. Результаты териологических наблюдений по трассе Севморпути в 1999 г. // Докл. РАН. 2000. Т. 370. № 2. С. 277–280.

Мишин В.Л., Матишов Г.Г. Морские териотехнические системы двойного назначения. Мурманск: ООО «МИП-999», 2000. 116 с.

Опыт создания биологической базы данных на материале планктонных исследований Арктического бассейна / *Г.Г. Матишов, Л.Л. Кузнецов, Н.В. Дружков [и др.]* // Докл. РАН. 2000. Т. 370. № 5. С. 715–717.

Павлова Л.Г., Матишов Г.Г. Геохимический состав иловых вод в обстановке ледово-морского седиментогенеза // Докл. РАН. 2000. Т. 385. № 4. С. 1–3.

Современное состояние популяций атлантического лосося *Salmo salar* малых рек Восточного Мурмана (Кольский полуостров) / Г.Г. Матишов, И.А. Шпарковский, В.М. Муравейко [и др.] // Докл. РАН. 2000. Т. 374. № 2. С. 274–276.

Формирование центров ранневесеннего цветения фитопланктона в Кольском заливе / Г.Г. Матишов, Н.В. Дружков, А.А. Намятов [и др.] // Докл. РАН. 2000. Т. 375. № 1. С. 137–141.

Химическое загрязнение донных отложений губы Печенга (Баренцево море) / Г.Г. Матишов, Т.Н. Савинова, С. Дале [и др.] // Изв. РАН. Сер. географ. 2000. № 1. С. 79–87.

Экологическое районирование пелагической зоны Кольского залива (Баренцево море) с использованием структурного анализа сообществ микропланктона / Г.Г. Матишов, Н.В. Дружков, П.Р. Макаревич [и др.] // Докл. РАН. 2000. Т. 372. № 4. С. 568–570.

Discharges of nuclear waste into the Kola Bay and its impact on human radiological doses / G.G. Matishov, D.G. Matishov, A.A. Namjatov [et al.] // J. of Environmental Radioactivity. 2000. Vol. 48 (1). P. 5–21.

European Seas at the turn of the 21st century. Murmansk: MMBI, 2000. 118 p.

Matishov G.G., Denisov V.V. Ecosystems and biological resources of Russian Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments of the White Sea, Russia / V.M. Savinov, T.N. Savinova, J.L. Carroll [et al.] // Mar. Poll. Bull. 2000. Vol. 40. P. 807–818.

2001

Берестовский Е.Г., Матишов Г.Г. Новые данные о популяционной структуре камбалы-ерша в Баренцевом море // Докл. РАН. 2001. Т. 376. № 2. С. 279–282.

Виноградов Г.М., Марасаева Е.Ф., Ларионов В.В., Матишов Г.Г. Сообщества зоопланктона покрытых льдом акваторий Баренцева и Карского морей в зимне-весенний период 2000 года // Докл. РАН. 2001. Т. 376. № 6. С. 815–817.

Матишов Г.Г. Животный мир Баренцева моря // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2001. № 5. С. 90–91.

Матишов Г.Г. Объект изучения – моря и океаны // Вестн. РАН. 2001. Т. 71. № 2. С. 114–118.

Матишов Г.Г., Дружков Н.В., Макаревич П.Р., Ларионов В.В. Роль пресноводного фитопланктона в формировании области повышенной продуктивности на Обь-Енисейском мелководье // Докл. РАН. 2001. Т. 378. № 3. С. 424–426.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. Радиационное состояние среды и биоты на Мурманской банке в районе затонувшей АПЛ «Курск» // Докл. РАН. 2001. Т. 378. № 5. С. 708–711.

Матишов Г.Г., Никитин Б.А., Сочнев О.Я. Экологическая безопасность и мониторинг при освоении месторождений углеводородов на арктическом шельфе. М.: Газоил пресс, 2001. 232 с.

Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. 417 с.

Оценка экологических последствий освоения минералов в прибрежье Белого моря / Г.Г. Матишов, И.А. Шпарковский, А.Н. Зуев [и др.] // Докл. РАН. 2001. Т. 379. № 1. С. 132–135.

Погодина И.А., Матишов Г.Г. Фораминиферы как индикатор климатического ритма в Арктике // Докл. РАН. 2001. Т. 378. № 1. С. 95–97.

Проблемы и методы экологического мониторинга морей и прибрежных зон Западной Арктики / Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, С.Л. Дженюк [и др.]. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. 278 с.

Радиационное состояние среды и биоты на Мурманской банке в районе затонувшей атомной подводной лодки «Курск» / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Н.А. Анисимова [и др.] // Океанология. 2001. Т. 41. № 6. С. 890–897.

Matishov G.G., Matishov D.G., Namyatov A.A. Modern level of radioactivity contamination and risk assessment in the coastal waters of the Barents Sea // CERUM. Northern Studies Working Paper. 2001. № 19. 29 p.

2002

Голубева Н.И., Матишов Г.Г., Бурцева Л.В. Результаты исследования загрязнения тяжелыми металлами атмосферного воздуха в открытых районах Баренцева и Белого морей // Докл. РАН. 2002. Т. 387. № 4. С. 537–540.

Матишов Г.Г., Голубева Н.И., Бурцева Л.В. Исследования уровней концентрации газообразной ртути в атмосферном воздухе над Баренцевым и Карским морями // Докл. РАН. 2002. Т. 382. № 5. С. 692–694.

Матишов Г.Г., Кукина Н.А. К вопросу формирования позднечетвертичных отложений плато Ермак // Докл. РАН. 2002. Т. 385. № 1. С. 83–86.

Матишов Г.Г., Чилингаров А.Н. Объект изучения – российская Арктика // Вестн. РАН. 2002. Т. 72. № 8. С. 687–691.

Матишов Г.Г., Шпарковский И.А., Муравейко В.М. Оценка токсичности нефтяных углеводородов и технологических веществ, используемых при поисково-оценочных работах на шельфе арктических морей // Гидробиологический журнал. 2002. Т. 38. № 6. С. 79–88.

Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Новые данные о радиоактивном загрязнении Черной губы (Новая Земля) // Докл. РАН. 2002. Т. 384. № 2. С. 252–254.

Современные области аккумуляции осадочного вещества в Медвежинском желобе Баренцева моря / Г.Г. Матишов, М.В. Митяев, В.Б. Хасанкаев [и др.] // Докл. РАН. 2002. Т. 384. № 6. С. 818–820.

Тарасов Г.А., Погодина И.А., Матишов Г.Г. История развития Западного Шпицбергена в позднечетвертичное время // Докл. РАН. 2002. Т. 387. № 6. С. 1–3.

Тарасов Г.А., Погодина И.А., Матишов Г.Г., Бондарев В.Н. Позднечетвертичная история развития Печорского моря // Докл. РАН. 2002. Т. 387. № 3. С. 1–5.

Artificial radionuclides in sediments of the Don River Estuary and Azov Sea / G. Matishov, D. Matishov, A. Namjatov [et al.] // J. Environ. Radioactivity. 2002. Vol. 59 (3). P. 309–327.

Radioactivity near the Sunken Submarine «Kursk» in the Southern Barents Sea / G. Matishov, D. Matishov, A. Namjatov [et al.] // Environmental Science & Technology. 2002. Vol. 36 (9). P. 1919–1922.

2003

Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении / Г.Г. Матишов, С.В. Кренева, В.М. Муравейко [и др.]. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. 468 с.

Вертикальная расчлененность рельефа и перспективы нефтегазоносности западной части Баренцева моря / Г.Г. Матишов, М.В. Митяев, В.Б. Хасанкаев [и др.] // Докл. РАН. 2003. Т. 389. № 2. С. 223–226.

Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Влияние морских льдов на гидрохимию вод и процессы седиментации в морях Арктики // Изв. АН. Сер. географ. 2003. № 1. С. 63–68.

Матишов Г.Г., Шпарковский И.А., Муравейко В.М., Таскина Е.В. Хемосенсорные системы рыб как индикатор качества водной среды // Докл. РАН. 2003. Т. 391. № 5. С. 704–706.

Огнетов Г.Н., Матишов Г.Г., Воронцов А.В. Кольчатая нерпа арктических морей России: распределение и оценка запасов. Мурманск: ООО «МИП-999», 2003. 38 с.

Шутилов Э.В., Матишов Г.Г. К тектоно-геодинамической эволюции хребта Ломоносова в условиях позднемеловой-кайнозойской генерации океанообразования в Арктике // Докл. РАН. 2003. Т. 392. № 1. С. 96–99.

Шутилов Э.В., Матишов Г.Г., Хасанкаев В.Б. Амеразийская генерация океанообразования в Арктике и ее влияние на эволюцию Баренцевоморской континентальной окраины // Докл. РАН. 2003. Т. 391. № 1. С. 85–88.

Golubeva N., Burtseva L., Matishov G. Measurements of mercury in the near-surface layer of the atmosphere of the Russian Arctic // The Science of the Total Environment. 2003. Vol. 306 (1–3). P. 3–9.

Matishov G.G., Denisov V.V., Dzhenyuk S.L. Contemporary state and factors of stability of the Barents Sea Large Marine Ecosystem // Large Marine Ecosystem of World: Trends in Exploration, Protection, and Research. 2003. P. 41–74.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and organochlorines (OCs) in bottom sediments of the Guba Pechenga, Barents Sea, Russia / M.V. Savinov, T.N. Savinova, G.G. Matishov [et al.] // The Science of the Total Environment. 2003. Vol. 306 (1–3). P. 39–56.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bottom sediments of the Kara Sea shelf, Gulf of Ob and Yenisei Bay / S. Dahle, M.V. Savinov, G.G. Matishov [et al.] // The Science of the Total Environment. 2003. Vol. 306 (1–3). P. 57–71.

2004

Климатический атлас морей Арктики – 2004. База данных Баренцева, Карско-го, Лаптевых и Белого морей – океанография и морская биология / Г.Г. Матишов, А.Н. Зуев, В.А. Голубев [и др.]. Silver Spring, MD, 2004. 148 с.

Матишов Г.Г. Ключевые направления исследований в интересах социально-экономического развития южного региона // Вестн. ЮНЦ. 2004. Т. 1. № 1. С. 6–16.

Матишов Г.Г. Что воздействует на величину морских рыбных ресурсов // Вестн. РАН. 2004. Т. 74. № 8. С. 690–695.

Матишов Г.Г., Воскобойников Г.М., Макаров М.В., Марасаев С.Ф. Особенности распределения водорослей и птиц залива Грен-фьорд (Шпицберген) // Проблемы Арктики и Антарктики. 2004. № 3 (37). С. 85–101.

Матишов Г.Г., Макаров М.В. Изменения пигментного состава *Fucus vesiculosus* L. и *F. serratis* L. Баренцева моря при длительном нахождении в темноте // Докл. РАН. 2004. Т. 397. № 5. С. 716–717.

Матишов Г.Г., Муравейко В.М., Гладких А.С., Муравейко А.В. Влияние стресса и магнитного поля на сердечную деятельность гренландского тюленя *Pagophilus groenlandicus* // Докл. РАН. 2004. Т. 397. № 4. С. 558–562.

Матишов Д.Г., Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. Динамика радиоактивного загрязнения донных отложений Баренцева, Белого и Азовского морей // Докл. РАН. 2004. Т. 396. № 3. С. 394–396.

Об устойчивости морских макрофитов к нефтяному загрязнению / Г.М. Воскобойников, Г.Г. Матишов, О.Д. Быков [и др.] // Докл. РАН. 2004. Т. 397. № 6. С. 842–844.

Climatic Atlas of the Arctic Seas 2004: Part I. Database of the Barents, Kara, Laptev and White Seas – Oceanography and Marine Biology / G. Matishov, A. Zuyev, V. Golubeva [et al.]. World Data Center for Oceanography, Silver Spring, 2004. International Ocean and Information Series. Vol. 9. NOAA Atlas NESDIS 58. (DVD).

GIWA Regional assessment 11. The Barents Sea (LME) / *G.G. Matishov, N.I. Golubeva, G. Titova [et al.]*. GIWA, 2004. 116 p.

Matishov D.G., Matishov G.G. Radioecology in Northern European Seas. Springer, 2004. 335 p.

The impact of fisheries on the dynamics of commercial fish species in Barents Sea and the Sea of Azov, Russia: a historical perspective / *G.G. Matishov, V.V. Denisov, S.L. Dzhenyuk [et al.]* // *AMBIO (A Journal of the human Environment)*. 2004. Vol. 33 (1–2). P. 63–67.

2005

Анализ распространения искусственных радионуклидов в экосистеме Баренцева моря / *Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Н.Е. Касаткина [и др.]* // Докл. РАН. 2005. Т. 404. № 4. С. 570–573.

Голубева Н.И., Матишов Г.Г., Бурцева Л.В. Выпадение тяжелых металлов из атмосферы с осадками в регионе Баренцево море // Докл. РАН. 2005. Т. 401. № 5. С. 683–686.

Матишов Г.Г., Симоненко С.В., Максимов Н.М. Морские млекопитающие на страже стратегических объектов // Вестн. РАН. 2005. Т. 75. № 9. С. 825–830.

Мегабаза данных по океанографии и биологии морей Западной Арктики / *Г.Г. Матишов, А.Н. Зуев, В.А. Голубев [и др.]* // Докл. РАН. 2005. Т. 401. № 2. С. 252–255.

Митяев М.В., Хасанкаев В.Б., Голубев В.А., Матишов Г.Г. Современная геодинамика печороморской морфоструктурной провинции // Докл. РАН. 2005. Т. 401. № 4. С. 543–545.

Особенности биологии камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в губе Сайда / *Г.Г. Матишов, А.М. Илющенко, А.Г. Дворецкий [и др.]* // Рыбное хозяйство. 2005. № 6. С. 61–62.

Послеледниковая растительность и климат центральной части Кольского полуострова / *Г.Г. Матишов, А.Ю. Шаранова, Г.А. Тарасов [и др.]* // Докл. РАН. 2005. Т. 402. № 4. С. 534–537.

Тарасов Г.А., Матишов Г.Г. К истории развития южного обрамления Баренцева моря в позднем плейстоцене // Докл. РАН. 2005. Т. 404. № 2. С. 435–438.

Труднодоступная Арктика. 10 лет биоокеанологических исследований на атомных ледоколах / *Г.Г. Матишов, П.Р. Макаревич, Ю.И. Горяев [и др.]*. Мурманск: Изд-во ММБИ, 2005. 149 с.

Функционирование пелагических экосистем Баренцева и Карского морей в зимне-весенний период на акваториях, покрытых льдом / *Г.Г. Матишов, П.Р. Макаревич, В.В. Ларионов [и др.]* // Докл. РАН. 2005. Т. 404. № 5. С. 707–709.

Шаранова А.Ю., Тарасов Г.А., Матишов Г.Г. Стратиграфия и палеогеография архипелага Земля Франца-Иосифа в голоцене // Докл. РАН. 2005. Т. 402. № 1. С. 113–115.

A global movement toward an ecosystem approach to management of marine resources / *K. Sherman, M. Sissenwine, V. Christensen [et al.]* // *Marine Ecology Progress Series*. 2005. Vol. 300. P. 241–296.

Matishov G.G. System approach to the water quality and bioproductivity of the Azov Sea basin // *Wessex Institute of Technologie Transactions on Ecology and the Environment*. 2005. Vol. 83. P. 347–358.

Past, modern, and future state of the Pechora Sea / *H.A. Bauch, Yu.A. Pavlidis, Ye.I. Polyakova [et al.]* // *Berichte zur Polar und Meeresforschung*. 2005. Vol. 501. P. 1–6.

The Late Pleistocene history of the Pechora Sea / *G.A. Tarasov, I.A. Pogodina, G.A. Matishov [et al.]* // *Berichte zur Polar und Meeresforschung*. 2005. Vol. 501. P. 167–176.

2006

Адров Н.М., Матишов Г.Г. Новый взгляд на природу Атлантико-Арктического гляциала и перигляциала // Докл. Академии наук. 2006. Т. 411. № 6. С. 816–819.

Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г. Дифференциация пластины *Laminaria sacchrina* (L.) Lamour как приспособление к длительному отсутствию освещения // Докл. Академии наук. 2006. Т. 409. № 5. С. 710–711.

Матишов Г.Г. Проблемы вселенцев и пути их решения // Рыбные ресурсы. 2006. № 4. С. 47–48.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Делимитация больших морских экосистем Арктики как задача комплексного географического районирования океанов // Изв. РАН. Сер. географ. 2006. № 3. С. 5–18.

Матишов Г.Г., Огнетов Г.Н. Белуха *Delphinapterus leucas* арктических морей России: биология, экология, охрана и использование ресурсов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. 295 с.

Шавыкин А.А., Матишов Г.Г., Жигульский В.А. ОВОС проекта транспортировки газа со Штокмановского месторождения до завода СПГ в губе Ура // Нефть. Газ. Промышленность. 2006. № 2 (22). С. 28–31.

Шутилов Э.В., Матишов Г.Г. Тектоническая позиция и геодинамическая природа отрога Святой Анны (север Баренцево-Карской континентальной окраины) // Докл. Академии наук. 2006. Т. 411. № 5. С. 667–671.

Matishov G.G. Present status of environmental protection in the North // Technologies and Environment: ARCOP Workshop 8. Finland: Ministry of Trade and Industry. 2006. P. 134–148.

2007

Дворецкий А.Г., Кузьмин С.А., Матишов Г.Г. Биология амфипод *Ischyrocerus comensalis* и их симбиотические отношения с камчатским крабом в Баренцевом море // Докл. Академии наук. 2007. Т. 417. № 3. С. 424–426.

Захаренко В.С., Тарасов Г.А., Романченко А.Ю., Матишов Г.Г. Соотношение экзогенных и неотектонических процессов в позднем кайнозое на подводной окраине Западного Шпицбергена // Докл. Академии наук. 2007. Т. 416. № 5. С. 657–661.

Кавцевич Н.Н., Матишов Г.Г., Кондаков А.А. Под дождем в полярную ночь на Айновых островах // Природа. 2007. № 7. С. 74–78.

Казанин Г.С., Заяц И.В., Маркина Н.В., ... Г.Г. Матишов, Г.А. Тарасов, Ю.И. Матвеев. Создание геолого-экологической основы рационального природопользования западно-арктического шельфа России // Разведка и охрана недр. 2007. № 9. С. 2–13.

Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г. Влияние интенсивности движения воды на морфологические и физиологические показатели *F. vesiculosus* L. Баренцева моря // Докл. Академии наук. 2007. Т. 415. № 4. С. 569–570.

Малавенда С.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г. Роль интенсивности движения воды и солёности в формировании структуры популяции *Fucus vesiculosus* L. (Phaeophyta) Баренцева моря // Докл. Академии наук. 2007. Т. 413. № 3. С. 424–426.

Матишов Г.Г., Голубев В.А., Жичкин А.П. Температурные аномалии вод Баренцева моря в летний период 2001–2005 гг. // Докл. Академии наук. 2007. Т. 412. № 1. С. 112–114.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Интегрированное управление природопользованием в шельфовых морях // Изв. РАН. Сер. географ. 2007. № 3. С. 27–40.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Научные изыскания в Арктике // Докл. Академии наук. 2007. Т. 77. № 1. С. 11–21.

Матишов Г.Г., Кавцевич Н.Н., Михайлюк А.Л. Опыт обучения и применения морских млекопитающих для защиты стратегических объектов от террористических действий. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. 128 с.

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Новенко Е.Ю. Результаты спорово-пыльцевого и диатомового анализа грунтовых колонок азовского шельфа // Докл. Академии наук. 2007. Т. 416. № 2. С. 250–255.

Титры эндогенных гормонов линьки камчатского краба Баренцева моря / *Г.Г. Матишов, С.А. Кузьмин, В.В. Володин [и др.]* // Докл. Академии наук. 2007. Т. 412. № 5. С. 716–717.

2008

Матишов Г.Г. Концепция о морских экзогенных процессах в ледниковый и современный периоды // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 2008. № 68. С. 26–39.

Матишов Г.Г., Гудимов А.В., Денисов В.В. Многоуровневая биоиндикация в системе современной технологии мониторинга: на примере зообентоса эстуарной зоны Кольского залива // Докл. Академии наук. 2008. Т. 418. № 1. С. 134–137.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л. Оптимизация арктического и морского природопользования на основе концепции больших морских экосистем (БМЭ) // МурманшельфИнфо. 2008. № 4. С. 28–31.

Матишов Г.Г., Журавлева Н.Г., Луппова Е.Н. Биология и физиология камчатского краба побережья Баренцева моря. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. 170 с.

Матишов Г.Г., Зензеров В.С., Емелина А.В., Муравейко В.М. Устойчивость камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* Баренцева моря к температурному фактору // Докл. Академии наук. 2008. Т. 420. № 4. С. 571–573.

Митяев М.В., Корсун С.А., Стрелков П.П., Матишов Г.Г. Древние береговые линии Восточного Кильдина // Докл. Академии наук. 2008. Т. 423. № 4. С. 546–550.

Экспертное заключение на строительство международного морского канала «Евразия». Проблемы национальной безопасности: экспертные заключения, аналитические материалы, предложения / *Н.П. Лаверов, Н.И. Алексеевский ... Г.Г. Матишов [и др.]*; под общ. ред. Н.П. Лаверова. М.: Наука, 2008. 459 с.

2009

Матишов Г.Г., Балыкин П.А., Карпенко В.И. Большие морские экосистемы России: западная часть Берингова моря // Вестн. Южного научного центра. 2009. Т. 5. № 2. С. 49–57.

Матишов Г.Г., Гладких А.С., Емелина А.В., Муравейко В.М. Диагностика заболевания пищеварительной системы у щенков гренландского тюленя методом электрокардиографии // Докл. Академии наук. 2009. Т. 425. № 1. С. 129–130.

Матишов Г.Г., Денисов В.В. Эколого-географические задачи научного обеспечения стратегического развития Мурманской области как субъекта морской деятельности Российской Федерации // Вестн. Кольского научного центра РАН. 2009. № 1. С. 59–70.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Иикулов Д.Г. Развитие гидробиологических исследований в Евро-Арктическом регионе в XIX–XX веках и в перспективе // Вестн. Кольского научного центра РАН. 2009. № 1. С. 17–23.

Матишов Г.Г., Зензеров В.С., Емелина А.В., Муравейко В.М. Динамика двигательной активности и температурная устойчивость бычка *Myoxocephalus scorpius* (L.) Баренцева моря // Докл. Академии наук. 2009. Т. 427. № 3. С. 417–419.

Матишов Г.Г., Инжебейкин Ю.И. Численные исследования сейшевых колебаний уровня Азовского моря // Океанология. 2009. Т. 49. № 4. С. 458–493.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Денисов В.В. Рациональное природопользование в связи с перспективой нефтегазодобычи в Арктике // Вестн. РАН. 2009. Т. 79. № 8. С. 696–700.

Матишов Г.Г., Чилингаров А.Н. Научное обеспечение государственной политики Российской Федерации в Арктике // Ежегодное экспертно-аналитическое обозрение «Безопасность России – 2010». М., 2009. С. 6–20.

Морские нефтегазовые разработки и рациональное природопользование на шельфе / Г.Г. Матишов, П.П. Макаревич, С.Л. Дженьюк, В.В. Денисов; отв. ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. 500 с.

Новые технологии мониторинга природных процессов в зоне взаимодействия пресных и морских вод (биологическая индикация) / Г.Г. Матишов и др.; редкол.: Г.Г. Матишов (отв. ред.), Д.Г. Ишчулов, В.В. Куклин. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009. 262 с.

Шипилов Е.Э., Карякин Ю.В., Матишов Г.Г. Баренцевско-амерасийский юрско-меловой суперплюм и инициальный этап геодинамической эволюции арктического океана // Докл. Академии наук. 2009. Т. 426. № 3. С. 369–372.

Levitus S., Matishov G., Seidov D., Smolyar I. Barents Sea Multidecadal Variability // Geophysical Research Letters. 2009. Vol. 36 (19). L19604.

Macrobenthic Fauna of the Franz Josef Land Archipelago / S. Dahle, R. Palerud, P.E. Renaud [et al.] // Polar Biology. 2009. Vol. 32 (2). P. 169–180.

Matishov G.G., Gladkikh A.S., Emelina A.V., Muraveiko V.M. Diagnosing Digestive System Diseases of Harp Seal Pups by Electrocardiography // Doklady Biological Sciences. 2009. Vol. 425 (1). P. 96–97.

Matishov G.G., Matishov D.G., Denisov V.V. Conservation Problems of Future Arctic Oil and Gas Extraction // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2009. Vol. 79 (4). P. 352–355.

Matishov G.G., Matishov D.G., Moiseev D.V. Inflow of Atlantic-origin waters to the Barents Sea along glacial troughs // Oceanology. 2009. Vol. 51 (3). P. 321–340.

Matishov G.G., Zenzerov V.S., Emelina A.V., Muraveiko V.M. Changes in the Motor Activity and Temperature Resistance of Shorthorn Sculpin *Myoxocephalus Scorpius* (L.) from the Barents Sea // Doklady Biological Sciences. 2009. Vol. 427 (1). P. 349–351.

Natural Decrease of the Intensity Level of Artificial Radioactive Isotopes in the Barents Sea / G.G. Matishov, D.G. Matishov, D. Solatie [et al.] // Doklady Earth Sciences. 2009. Vol. 427 (6). P. 1006–1011.

Shipilov E.V., Matishov G.G., Karyakin Yu.V. Jurassic-Cretaceous Barents- Amerasian Superplume and Initial Stage of Geodynamic Evolution of the Arctic Ocean // Doklady Earth Sciences. 2009. Vol. 426 (1). P. 564–566.

2010

Анализ микрофлоры и показателей крови жителей в условиях разного уровня промышленного пресса / А.А. Троценко, Н.Г. Журавлева, А.Т. Терехин [и др.] // Вестн. Южного научного центра. 2010. Т. 6. № 2. С. 70–80.

Журавлева Н.Г., Матишов Г.Г., Оттесен О., Ларина Т.М. Причины деформаций ното хорда молоди атлантической трески при культивировании в Северной Европе // Труды ВНИРО. 2010. Т. 149. С. 181–186.

Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г. Влияние глубины произрастания на морфофизиологические показатели *Fucus vesiculosus* L., Баренцева моря // Докл. Академии наук. 2010. Т. 430. № 3. С. 427–429.

Матишов Г.Г., Берестовский Е.Г. Сохранение разнообразия лососевых рыб северных и дальневосточных регионов России // Вестн. РАН. 2010. Т. 80. № 1. С. 52–56.

Матишов Г.Г., Берестовский Е.Г., Мартынов В.Г., Балыкин П.А. Перспективные методы сохранения популяционного разнообразия проходных видов лососевых рыб в северных и дальневосточных регионах России // Вестн. МГТУ. 2010. Т. 13. № 4/1. С. 647–654.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П. География промысла трески как индикатор экосистемы Баренцева моря // Изв. РАН. Сер. географ. 2010. № 1. С. 112–119.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. Климатические изменения морских экосистем Европейской Арктики // Проблема Арктики и Антарктики. 2010. № 3 (86). С. 7–21.

Матишов Г.Г., Журавлева Н.Г., Оттесен О. (*Oddvar Ottesen*), Кириллова Е.Э. Локализация первичных половых клеток личинок трески Баренцева моря // Докл. Академии наук. 2010. Т. 430. № 6. С. 841–843.

Матишов Г.Г., Мишина Н.Н. Результаты гидрохимических исследований северной части Баренцева моря (желоб Франц-Виктория) в летний период // Докл. Академии наук. 2010. Т. 430. № 5. С. 712–714.

Морские млекопитающие в биотехнических системах двойного назначения: метод. пос. / Г.Г. Матишов, В.Б. Войнов, Е.В. Вербицкий [и др.]. Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2010. 131 с.

Makarov M.V., Ryzhik I.V., Voskoboynikov G.M., Matishov G.G. The Effect of *Fucus vesiculosus* L. Location in the Depth on its Morphophysiological Parameters in the Barents Sea // Doklady Biological Sciences. 2010. Vol. 430 (1). P. 39–41.

Matishov G.G., Berestovskii E.G. Problems of Preserving the Diversity of Salmon in Russias North and Far East // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2010. Vol. 80 (1). P. 69–73.

Matishov G.G., Mishina N.N. The Results of Hydrochemical Investigations in the Northern Barents Sea (Franz-Victoria Trough) During the Summer Period // Doklady Biological Sciences. 2010. Vol. 430 (1). P. 51–53.

Matishov G.G., Zhuravleva N.G., Kirillova E.E., Ottensen O. Location of Primordial Germ Cells of Cod Larvae from the Barents Sea // Doklady Biological Sciences. 2010. Vol. 430 (1). P. 67–69.

2011

Гидробиологические индикаторы циклических изменений климата Западной Арктики в XX–XXI вв. / Г.Г. Матишов, Д.В. Моисеев, О.С. Любина [и др.] // Вестн. Южного научного центра. 2011. Т. 7. № 2. С. 54–68.

Журавлева Н.Г., Матишов Г.Г., Оттесен О., Ларина Т.М. Новообразования в плавательном пузыре молоди трески // Докл. Академии наук. 2011. Т. 440. № 1. С. 129–131.

Журавлёва Н.Г., Матишов Г.Г., Оттесен О.Н., Минченко Е.Е. Биологические аспекты защитных реакций рыб и беспозвоночных. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. 272 с.

Клиндух М.П., Облущинская Е.Д., Матишов Г.Г. Сезонные изменения содержания маннита и пролина в бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Мурманского побережья Баренцева моря // Докл. Академии наук. 2011. Т. 441. № 1. С. 133–136.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Жичкин А.П., Моисеев Д.В. Климат морей Западной Арктики в начале XXI века // Изв. РАН. Сер. географ. 2011. № 3. С. 17–32.

Матишов Г.Г., Калмыков Н.П. Находка североамериканского феринестрикса (Carnivora, Mustelidae) в Западном Забайкалье // Докл. Академии наук. 2011. Т. 440. № 6. С. 819–821.

Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Ишкулов Д.Г. «Вселенцы» и «невселенцы»: причины и последствия их появления // Изв. Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13. № 1–6. С. 1357–1366.

Новые данные о содержании изотопов плутония в грунтах Баренцева моря / Г.Г. Матишов, Н.Е. Касаткина, А.-П. Леппанен [и др.] // Докл. Академии наук. 2011. Т. 440. № 5. С. 696–700.

Оценка потоков ^{137}Cs и ^{90}Sr в Баренцевом море / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, И.С. Усягина [и др.] // Докл. Академии наук. 2011. Т. 439. № 6. С. 822–827.

Практическая аквакультура (разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН) / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, Н.Г. Журавлева [и др.]. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 284 с.

Современные климатические тенденции в Баренцевом море / Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, А.П. Жичкин [и др.] // Докл. Академии наук. 2011. Т. 441. № 3. С. 395–398.

Тарасов Г.А., Руденко О.В., Матишов Г.Г. Палиностратиграфия голоцена Чёшской губы Баренцева моря как инструмент реконструкции природной среды // Докл. Академии наук. 2011. Т. 439. № 4. С. 545–547.

Assessment of ^{137}Cs and ^{90}Sr Fluxes in the Barents Sea / G.G. Matishov, D.G. Matishov, I.S. Usyagina [et al.] // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 439 (2). P. 1190–1195.

Klindukh M.P., Obluchinskaya E.D., Matishov G.G. Seasonal Changes in the Mannitol and Proline Contents of the Brown Alga *Fucus vesiculosus* L. on the Murman Coast of the Barents Sea // Doklady Biological Sciences. 2011. Vol. 441 (1). P. 373–376.

Matishov G.G., Kalmykov N.P. Find of the Remains of the North American Ferinestrix (Carnivora, Mustelidae) in the Western Transbaikalian Region // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 440 (2). P. 1467–1469.

Matishov G.G., Kalmykov N.P. Red Pandas (Mammalia, Carnivora: Parailurus) in the Biomes of North Eurasia and North America // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 438 (1). P. 727–729.

Tarasov G.A., Matishov G.G., Rudenko O.V. Holocene Palinostratigraphy of Choshskaya Gulf of the Barents Sea as a Proxy Tool for Past Environmental Reconstructions // Doklady Earth Sciences. 2011. Vol. 439 (2). P. 1110–1112.

White whale (*Delphinapterus leucas*) of the Russia Arctic Seas: biology, ecology, protection and exploitation of resources / G.G. Matishov, G.N. Ognetrov; ed. by G. Matishov, M. Castellote, S.M. Gendron. Spain (Madrid): Fundacion Ciudad de las Artes y las Ciencias – Comunitat Valenciana, 2011. 302 p.

Zhuravleva N.G., Matishov G.G., Ottesen O.H., Larina T.M. Neoplasms in the Swim Bladder of Juvenile Cod // Doklady Biological Sciences. 2011. Vol. 440 (1). P. 340–342.

2012

К оценке воздействия аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» на моря Западной Арктики (на примере Баренцева моря) / Г.Г. Матишов, Г.В. Ильин, Н.Е. Касаткина [и др.] // Докл. Академии наук. 2012. Т. 446. № 4. С. 448–452.

Кардиореспираторная функция и электрическая активность мозга кольчатой нерпы при переходе от бодрствования ко сну / Г.Г. Матишов, В.Б. Войнов, Е.В. Вербицкий, А.Л. Михайлюк // Докл. Академии наук. 2012. Т. 442. № 3. С. 413–418.

Матишов Г.Г., Горяев Ю.И., Ишкулов Д.Г. Белый медведь (результаты экспедиционных работ ММБИ в районе прохождения трасс Севморпути в 1997–2012 гг.). Мурманск: ООО «МИП-999», 2012. 90 с.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Арктические вызовы и проблемы полярной науки // Вестн. Российской академии наук. 2012. Т. 82. № 10. С. 921–929.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Морская хозяйственная деятельность в российской Арктике в условиях современных климатических изменений // Арктика: экология и экономика. 2012. № 1 (5). С. 26–37.

2013

Матишов Г.Г., Брехунцов А.М., Дженюк С.Л. Исследования Карского моря на современном этапе освоения российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2013. № 1 (9). С. 4–11.

Матишов Г.Г., Горяев Ю.И., Ишкуллов Д.Г. Белый медведь Карского моря (результаты экспедиционных работ ММБИ в районе прохождения трасс Севморпути в 1997–2013 гг.). Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 112 с.

Матишов Г.Г., Жичкин А.П. Влияние климатических флуктуаций на промысловую ихтиофауну экосистемы Баренцева моря // Вестн. Южного научного центра. 2013. Т. 9. № 1. С. 61–70.

Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Моисеев Д.В. Кольский разрез в полярную ночь // Российские полярные исследования: информационно-аналитический сборник. 2013. № 3 (13). С. 23–25.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г. Основные направления морских экосистемных исследований Мурманского морского биологического института в Арктике // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (14). С. 25–42.

Совместные подходы ММБИ, ЮНЦ и Лаборатории климата океана НОАА (США) к организации океанографических и гидробиологических баз данных арктических и южных морей России / *Г.Г. Матишов, Д.В. Моисеев, С.В. Бердников [и др.]* // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (14). С. 135–152.

Устойчивое развитие морского сегмента БЕАР (приоритеты, реалии, компромиссы) / *Г.Г. Матишов, В.В. Денисов, А.П. Жичкин, Д.В. Моисеев* // Арктика: экология и экономика. 2013. № 1 (9). С. 60–69.

Учет вековой динамики климата Баренцева моря при планировании морской деятельности / *Г.Г. Матишов, С.Л. Дженюк, В.В. Денисов [и др.]* // Труды Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (14). С. 56–71.

Golubeva N.I., Matishov G.G., Ilin G.V., Burtseva L.V. The Results of Measurements of Heavy Metals in Atmospheric Aerosols in the Open Areas of the Arctic Seas in 2009–2010 // Doklady Earth Sciences. 2013. Vol. 453 (1). P. 1090–1093.

Selected Anthropogenic and Natural Radioisotopes in the Barents Sea and off the Western Coast of Svalbard / *A.-P. Leppanen, D. Solatie ... G.G. Matishov [et al.]* // Journal of Environmental Radioactivity. 2013. Vol. 126. P. 196–208.

World War II (1939–1945) Oceanographic Observations / *S. Levitus, I. Smolyar, O.K. Baranova [et al.]* // Data Science Journal. 2013. Vol. 12. P. 102–157.

2014

Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Регион 1. Моря Восточной Арктики. Регион 2. Чёрное, Азовское и Каспийское моря / *Г.Г. Матишов, С.В. Бердников, А.П. Жичкин [и др.]*. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 256 с.

Геоэкономические процессы в Арктике и развитие морских коммуникаций / *Г.Г. Матишов, С.А. Агарков, В.Ф. Богачев [и др.]*; науч. ред. С.Ю. Козьменко, В.С. Селин. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН; Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2014. 266 с.

Комплексные исследования Арктики по трассе Северного морского пути на атомных ледоколах (20 лет опыта ММБИ) / Г.Г. Матишов, Ю.А. Баданин, А.А. Дерябин [и др.]. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 95 с.

Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Михайлюк А.Л. Морские млекопитающие Арктики в составе биотехнических систем // Вестн. Южного научного центра. 2014. Т. 10. № 2. С. 65–74.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Задачи научного обеспечения морской деятельности в зоне Северного морского пути // Арктика. Экология и экономика. Научный и информационный аналитический журнал. 2014. № 1 (13). С. 48–56.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Проблемы управления морским природопользованием и обеспечения экологической безопасности в российской Арктике // Вестн. МГТУ. 2014. Т. 17. № 3. С. 531–539.

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., Жичкин А.П. О природе крупных гидрометеорологических аномалий в арктических и южных морях России // Изв. РАН. Сер. географ. 2014. № 1. С. 36–46.

Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С., Фарин Д.А. Искусственные радионуклиды в съедобных дикорастущих грибах и ягодах Мурманской области // Докл. Академии наук. 2014. Т. 455. № 5. С. 589–594.

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Усягина И.С., Касаткина Н.Е. Многолетняя динамика радиоактивного загрязнения Баренцево-Карского региона (1960–2013 гг.) // Докл. Академии наук. 2014. Т. 458. № 4. С. 473–479.

Морские испытания многоканальной измерительно-технологической платформы / Г.Г. Матишов, Г.В. Смирнов, А.Л. Оленин [и др.] // Вестн. Южного научного центра. 2014. Т. 10. № 3. С. 54–60.

Оценка численности белого медведя (*Ursus maritimus*) по данным многолетних судовых учетов / Г.Г. Матишов, Н.Г. Челинцев, Ю.И. Горяев [и др.] // Докл. Академии наук. 2014. Т. 458. № 6. С. 706–710.

Сеть сотрудничества для радиационных исследований и охраны окружающей среды Европейской Арктики от радиации (СЕЕРА). Итоговый отчет / Г.Г. Матишов, А.-П. Леппянен, Т. Расилайен [и др.]; под. ред. Т. Расилайен. Ювяскюля (Финляндия): Копиювя, 2014. 44 с.

Симбионты промысловых видов крабов Охотского и Баренцева морей / Г.Г. Матишов, И.В. Карманова, А.Г. Дворецкий, С.Ю. Утевский; отв. ред. Д.Г. Ишулов. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. 276 с.

Atlas of Climatic Changes in Nine Large Marine Ecosystems of the Northern Hemisphere (1827–2013) / G.G. Matishov, S.V. Berdnikov, A.P. Zhichkin [et al.]; eds.: G.G. Matishov, K. Sherman, S. Levitus. NOAA Atlas NESDIS, 2014. № 78. 131 p.

Matishov G.G., Kasatkina N.E., Usyagina I.S., Farion D.A. Artificial Radionuclides in Edible Wild Mushrooms and Berries of the Murmansk Region // Doklady Earth Sciences. 2014. Vol. 455 (2). P. 463–468.

Matishov G.G., Matishov D.G., Usyagina I.S., Kasatkina N.E. Multiannual Variations in Radioactive Pollution of the Barent-Kara Region (1960–2013) // Doklady Earth Sciences. 2014. Vol. 458 (2). P. 1249–1255.

Matishov G.G., Usyagina I.S., Kasatkina N.E., Ilin G. Assessment of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr Fluxes in the Barents Sea // EGU General Assembly 2014: Geophysical Research Abstracts. 2014. Vol. 16. EGU2014–12869.

2015

Западно-шпицбергенская континентальная окраина: геологическое строение, нефтегазоносность / *Г.Г. Матишов, Г.С. Казанин, Г.А. Тарасов [и др.]* // Докл. Академии наук. 2015. Т. 460. № 2. С. 204.

Матишов Г.Г. Климат и океанографические исследования северных и южных морей // Вестн. Кольского научного центра РАН. 2015. № 2 (21). С. 11–19.

Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Михайлюк А.Л. Руководство по подготовке морских млекопитающих в составе биотехнических систем в Арктике. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. 304 с.

Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Михайлюк А.Л., Полищук Ю.С. Реактивность ЭКГ-параметров водолазов разной квалификации при выполнении модельных нагрузок под водой // Журнал фундаментальной медицины и биологии. 2015. № 2. С. 19–23.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Жичкин А.П. Морское природопользование в западном секторе Арктики: проблемы и решения // Вестн. Кольского научного центра РАН. 2015. № 2 (21). С. 103–112.

Научно-технические проблемы освоения Арктики / *А.А. Дынкин, В.А. Верниковский, Г.Г. Матишов [и др.]*. М.: Наука, 2015. 490 с.

The West Spitsbergen Continental Margin: The Geological Structure and Petroleum Resource Potential / *G.G. Matishov, G.S. Kazanin, G.A. Tarasov [et al.]* // Doklady Earth Sciences. 2015. Vol. 460 (1). P. 22–27.

2016

К вопросу локализации неструктурных ловушек углеводородов на шельфе севера Баренцева моря / *Г.С. Казанин, С.П. Павлов ... Г.Г. Матишов [и др.]* // Докл. Академии наук. 2016. Т. 471. № 1. С. 66–70.

К вопросу локализации неструктурных ловушек углеводородов на шельфе севера Баренцева моря / *Г.Г. Матишов, Г.С. Казанин, С.П. Павлов [и др.]* // Докл. Академии наук. 2016. Т. 471. № 1. С. 66–70.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Дженюк С.Л., Жичкин А.П. Морское пространство трансарктической зоны Севморпути в рамках концепции больших морских экосистем // Вестн. Кольского научного центра РАН. 2016. № 4 (27). С. 86–98.

Матишов Г.Г., Макаревич П.Р., Моисеев Д.В. Климат и большие морские экосистемы Арктики: доклад на Президиуме РАН, 24 мая 2016 г. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 96 с.

Locations of Nonstructural Hydrocarbon Traps on the Shelf of the Northern Barents Sea / *G.S. Kazanin, S.P. Pavlov ... G.G. Matishov [et al.]* // Doklady Earth Sciences. 2016. Vol. 471 (1). P. 1113–1117.

The Sea of Azov: Recent Abrasion Processes and Problems of Coastal Protection / *G.G. Matishov, L.A. Besspalova, O.V. Ivlieva [et al.]* // Doklady Earth Sciences. 2016. Vol. 471. № 2. P. 1269–1272.

2017

Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В. Климат и большие морские экосистемы Арктики // Вестн. Российской академии наук. 2017. Т. 87. № 2. С. 110–120.

Матишов Г.Г., Жичкин А.П. Современные тенденции изменения ледовитости в районе архипелага Земля Франца-Иосифа // Докл. Академии наук. 2017. Т. 472. № 6. С. 708–711.

О влиянии хранилища радиоактивных отходов в губе Андреева на загрязнение экосистемы Баренцева моря / Г.Г. Матишов, Г.В. Ильин, И.С. Усягина [и др.] // Докл. Академии наук. 2017. Т. 472. № 5. С. 590–595.

Matishov G.G., Dzhenyuk S.L., Moiseev D.V. Climate and Large Marine Ecosystems of the Arctic // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017. Vol. 87 (1). С. 30–39.

2018

Дженюк С.Л., Булавина А.С., Матишов Г.Г. Интегральная оценка потенциального воздействия материкового стока на водную среду Белого моря // Докл. Академии наук. 2018. Т. 481. № 2. С. 203–206.

Дженюк С.Л., Матишов Г.Г. Неотложные задачи исследования прибрежной и арктической зоны морей и океанов России // Вестн. РАН. 2018. Т. 88. № 10. С. 936–945.

Матишов Г.Г. К Северному полюсу на атомном ледоколе «50 лет Победы» // Природа. 2018. № 11 (1239). С. 70–75.

Матишов Г.Г. Морские научные исследования на атомном ледоколе «50 лет Победы» в августе 2017 г. // Океанология. 2018. Т. 58. № 2. С. 334–336.

Матишов Г.Г., Балыкин П.А., Пономарева Е.Н. Рыбохозяйственное районирование – первый этап пространственного планирования морехозяйственной деятельности в Арктике // Наука Юга России. 2018. Т. 14. № 2. С. 33–41.

Новые данные о тектонике Земли Франца-Иосифа (архипелаг и шельф, северный сегмент Баренцевоморской континентальной окраины) / Э.В. Шупилов, С.И. Шкарубо, Г.Г. Матишов [и др.] // Докл. Академии наук. 2018. Т. 483. № 1. С. 78–83.

Об участии зеленой водоросли *Ulvaria obscura* в биоремедиации морской среды от нефтепродуктов / Е.М. Лопушанская, З.А. Жаковская ... Г.Г. Матишов [и др.] // Докл. Академии наук. 2018. Т. 481. № 1. С. 111–113.

Результаты морских радиоэкологических исследований фьордов Западного Шпицбергена / Г.Г. Матишов, Г.В. Ильин, И.С. Усягина [и др.] // Докл. Академии наук. 2018. Т. 480. № 3. С. 353–358.

Matishov G.G., Dzhenyuk S.L. Pressing Challenges in the Study of the Littoral and Arctic Zones of the Seas and Oceans of Russia // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2018. Vol. 88 (5). P. 431–439.

Matishov G.G., Dzhenyuk S.L., Bulavina A.S. Integrated Assessment of the Potential Impact of Continental Runoff on the Aquatic Environment of the White Sea // Doklady Earth Sciences. 2018. Vol. 481 (1). P. 930–933.

Results of Marine Radioecological Study of Fjords of Western Spitsbergen / G.G. Matishov, G.V. Ilyin, I.S. Usyagina [et al.] // Doklady Earth Sciences. 2018. Vol. 480 (1). P. 679–684.

2019

Матишов Г.Г. Приоритетные проблемы и задачи в освоении и использовании ресурсов Мирового океана, Арктики и Антарктики. Водные биоресурсы // Научная сессия Общего собрания членов РАН (13–14 нояб. 2019 г.). Научное обеспечение реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации. М., 2019. Т. 1. С. 233–235.

Матишов Г.Г., Ильин Г.В., Усягина И.С., Кириллова Е.Э. Динамика искусственных радионуклидов в экосистемах морей Северного ледовитого океана на рубеже XX–XXI веков. Ч. 1. Морская вода и биота // Наука Юга России. 2019. Т. 15. № 3. С. 12–23.

Матишов Г.Г., Касаткина Н.Е., Усягина И.С. Техногенная радиоактивность вод Центрального Полярного бассейна и смежных акваторий Арктики // Докл. Академии наук. 2019. Т. 485. № 1. С. 93–98.

Матишов Г.Г., Клещенок А.В., Кириллова Е.Э. Результаты экспедиции на Северный полюс на ледоколе «50 лет Победы» // Изв. РАН. Сер. географ. 2019. № 5. С. 131–140.

Матишов Г.Г., Матишов К.Д., Кириллова Е.Э. Российская океанология и перспективы освоения биоресурсов Мирового океана // Вестн. РАН. 2019. Т. 89. № 5. С. 509–512.

Митяев М.В., Герасимова М.В., Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Современная динамика рассеянного осадочного вещества в губах мурманского побережья // Наука Юга России. 2019. Т. 15. № 2. С. 18–28.

Научное издание

Матишов Геннадий Григорьевич

ИССЛЕДОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЗАПОЛЯРЬЯ РОССИИ

(издание приурочено к 300-летию Российской академии наук)

Редактура: *А.С. Бабаева, Ю.М. Валова-Романенко*

Перевод *Р.Г. Михалюка*

Обработка иллюстраций: *А.В. Коржов, Я.Ю. Яковлева*

Дизайн обложки: *Я.Ю. Яковлева*

Верстка: *УНИД РАН*

На иллюстрациях в книге представлены границы Российской Федерации, актуальные до февраля 2022 г., если не оговаривается иное.

Формат 60 × 84 1/8

Гарнитура Times

Бумага мелованная. Печать цифровая

Усл.-п. л. 26,74. Уч.-изд. л. 13,5

Заказ №

Тираж 300 экз.

Издатель – Российская академия наук

Публикуется в авторской редакции

Издается по решению Научно-издательского совета
Российской академии наук (НИСО РАН) от 31.03.2023 г.
и распространяется бесплатно