

«НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УНИКАЛЬНЫХ МОРСКИХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТАХ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НА ПРИМЕРЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ»

Том 4. МОРЯ АРКТИЧЕСКОГО БАССЕЙНА

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение к Тому 4	590
4.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов арктических морей России, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного и техногенного характера	594
4.2 Баренцево море	601
4.2.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Баренцева моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера	601
4.2.1.1 Географическое положение	601
4.2.1.2 Основные характеристики Баренцева моря	603
4.2.1.3 Характеристика берегов Баренцева моря	614
4.2.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья	625
4.2.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий	628
4.2.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Баренцева моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера	634
4.2.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие	634
4.2.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия	640
4.2.2.3 Особо охраняемые природные объекты Баренцева моря	644
4.3 Карское море	649
4.3.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Карского моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера	649
4.3.1.1 Географическое положение	649
4.3.1.2 Основные характеристики Карского моря	650
4.3.1.3 Характеристика берегов Карского моря	657
4.3.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья	659
4.3.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий	663
4.3.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Карского моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера	664
4.3.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие	664
4.3.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия	665
4.3.2.3 Особо охраняемые природные объекты Карского моря	665
4.4 Море Лаптевых	675
4.4.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов моря Лаптевых, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера	675
4.4.1.1 Географическое положение	675
4.4.1.2 Основные характеристики моря Лаптевых	676
4.4.1.3 Характеристика берегов моря Лаптевых	681
4.4.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья	683

4.4.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий	685
4.4.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов моря Лаптевых, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера	686
4.4.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие	686
4.4.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия	686
4.4.2.3. Особо охраняемые природные объекты моря Лаптевых	686
4.5 Восточно-Сибирское море	691
4.5.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Восточно-Сибирского моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера	691
4.5.1.1 Географическое положение	691
4.5.1.2 Основные характеристики Восточно-Сибирского моря	691
4.5.1.3 Характеристика берегов Восточно-Сибирского моря	695
4.5.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья	699
4.5.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий	701
4.5.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Восточно-Сибирского моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера	702
4.5.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие	702
4.5.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия	703
4.5.2.3. Особо охраняемые природные объекты Восточно-Сибирского моря.	703
4.6 Чукотское море	704
4.6.1 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Чукотского моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов природного характера	704
4.6.1.1 Географическое положение	704
4.6.1.2 Основные характеристики Чукотского моря	704
4.6.1.3 Характеристика берегов Чукотского моря	710
4.6.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья	714
4.6.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий	715
4.6.2 Оценка текущего состояния и проблем уникальных береговых ландшафтов Чукотского моря, степени их уязвимости к воздействию внешних факторов техногенного характера	716
4.6.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие	716
4.6.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия	716
4.6.2.3. Особо охраняемые природные объекты Чукотского моря	716
4.7 Оценка факторов, лимитирующих хозяйственное освоение уникальных береговых ландшафтов, накладываемых формирующими их природными процессами и воздействием планируемых видов хозяйственной деятельности	718
4.7.1 Оценка происходящих на побережье природных процессов, определяющих развитие тех или иных видов хозяйственного использования	718

4.7.2 Оценка техногенного фактора в современном и перспективном развитии побережья, влияния техногенного фактора на трансформацию побережья	719
4.8 Оценка емкости морского курортного потенциала уникальных морских береговых ландшафтов арктических морей России	721
4.9 Ограничения, накладываемые на виды и степень хозяйственного освоения уникальных береговых ландшафтов арктических морей России с точки зрения безопасности хозяйственной деятельности в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям	728
4.9.1 Оценка негативных природных процессов, угрожающих сохранности береговых ландшафтов арктических морей	728
4.9.1.1 Важнейшие природные процессы, определяющие динамику береговых ландшафтов арктических морей	728
4.9.1.2 Короткопериодные колебания уровня моря	729
4.9.1.3 Долгопериодные изменения уровня моря	732
4.9.1.4 Ветроволновой режим моря	733
4.9.1.5 Термический и ледовый режим моря	734
4.9.1.6 Криогенное строение берегов и термоабразионные процессы	736
4.9.1.7 Факторы потенциального изменения режима развития берегов	739
4.9.1.8 Типизация берегов по степени устойчивости к негативным природным процессам и явлениям	743
4.9.2 Ограничения, накладываемые на виды и степень хозяйственного освоения береговых ландшафтов арктических морей	749
4.10 Рекомендации по перспективному экономическому освоению береговых ландшафтов арктических морей России с определением допустимых видов хозяйственной деятельности	752
4.11 Предложения по механизмам урегулирования межотраслевых противоречий при использовании береговых природных комплексов арктических морей России	754
Заключение к Тому 4	757

## ВВЕДЕНИЕ к Тому 4

По мере развития перспектив хозяйственного освоения побережий и континентального шельфа Арктики, всеми странами региона, указанными на рисунке 4.1, ведется работа по изучению ресурсов Северного Ледовитого океана. Важную роль в этих работах играют научные исследования акваторий и берегов арктических морей [3, 505].



Рисунок 4.1 – Схема морей арктического региона [506].

В настоящее время изучение арктических морей России ведут крупные научно-исследовательские институты – Государственный океанографический институт (ГОИН), Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ), Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН). Кроме того, в арктических морях проводят работы научно-исследовательские институты и организации в интересах рыбного хозяйства, исследования недр, морского транспорта и др. На всех морях существует сеть морских гидрометеорологических станций. Все это дает возможность получать большое количество фактических данных, анализ которых позволяет уточнять режимно-климатические и океанологические характеристики морей, изучать протекающие в них процессы [3].

После распада СССР на порядки снизилась хозяйственная деятельность в северных морях, что привело к резкому сокращению научных исследований, особенно комплексных. Имеющиеся к настоящему времени фактические данные ни по количеству, ни по пространственному размещению наблюдений, ни по их временному распределению пока не могут служить достаточной основой для исчерпывающей характеристики геосистем арктических морей. Наибольшей проблемой является крайне неравномерная изученность побережий арктических морей, многие участки которых по-прежнему продолжают оставаться «белыми пятнами» для исследователей [3].

Главными причинами слабой изученности региона является труднодоступность и крайняя дороговизна проведения исследований. Производится лишь изучение участков, перспективных для хозяйственного освоения, преимущественно – добычи полезных ископаемых. В результате «неравномерность» изученности разных побережий возрастает. Применение дистанционных методов изучения Земли отчасти восполняет недостаток информации, но без проведения натурного исследования многие процессы и явления не могут быть изучены в принципе. К таким процессам, в первую очередь, следует отнести береговые процессы, определяющие современную морфологию берегов, динамику их развития.

Поскольку основным предметом нашего изучения являются береговые ландшафты, была собрана практически вся доступная на настоящий момент информация по физико-географическим условиям арктических морей, так или иначе определяющая развитие берегов. Безусловно, для выявления (а в перспективе – для изучения) всех уникальных береговых ландшафтов арктических морей необходимо проведение комплексного исследования всего российского арктического побережья. Поскольку проведение такого исследования в настоящее время маловероятно, приходится исходить из того, что для малоизученных и хозяйственно невостребованных до настоящего момента участков

арктических побережий проблема *сбалансированного планирования хозяйственной деятельности на уникальных морских береговых ландшафтах* пока не стоит. При этом предложенная нами методика выделения уникальных морских ландшафтов на уже исследованных и вовлеченных в сферу хозяйственного освоения побережий может быть быстро адаптирована и применена для вновь осваиваемых морских побережий.

В основу физико-географического описания арктических морей России были положены данные, приведенные в фундаментальной работе Добровольский А.Д., Залогин Б.С. «Моря СССР». [3]. Обширные сведения по современному хозяйственному использованию арктического побережья, и обзор важнейших факторов и процессов, влияющих на социальные, экономические и экологические риски природопользования в российском регионе Арктики, приведены в монографии « Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования» (под ред. Н.И. Алексеевского) [505]. На современном этапе большую роль в информационном обеспечении исследований играют ресурсы сети Интернет. На сайтах государственных или общественных организаций (администраций регионов, министерств и ведомств, ООПТ, WWF и т.п.), размещается актуальная информация по состоянию самых удаленных и малоизученных регионов России. При наличии новых данных, отражающих либо изменения окружающей среды, либо полученных новыми методами, нами производился аналитический отбор сведений, в наибольшей степени определяющих современное состояние и динамику береговых ландшафтов арктических морей.

Все моря, омывающие территорию России с севера – Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское – относятся к бассейну Северного Ледовитого океана, и все, кроме Белого моря, являются окраинными [3]. Геосистема внутреннего Белого моря существенно отличается по многим физико-географическим, биологическим, экономическим особенностям, поэтому его характеристика приведена в отдельном томе нашей книги (Том 3).

В строении и развитии геосистем остальных арктических морей России, рассматриваемых в настоящем томе, есть много общих черт. При детальном изучении лишь одного (береговые ландшафты) из многих компонентов геосистемы каждого из морей, сочетание индивидуальных и сходных природных черт, требует определенного единства и общности принципов характеристики моря как целостного природного комплекса. В соответствии с этим в основу рассмотрения морей положены следующие основные принципы. Все моря характеризуются по общему плану. Он включает в себя важнейшие вопросы географии моря (положение, тип моря, берега, рельеф дна и т. п.), главные климатические особенности, составляющие водного баланса, гидрологические

условия, гидрохимические характеристики, хозяйственное использование моря. Для каждого моря приводятся имеющиеся современные данные по пространственно-временной изменчивости гидрометеорологических показателей. Это позволяет проследить направленность изменений, их сезонный и многолетний ход, что особенно важно для арктического бассейна, где наиболее сильно проявляются последствия глобальных изменений климата. Их воздействие на каждое море проявляется по-разному, чем обуславливается индивидуальность протекающих в нем процессов.

Развитие берегов определяется присущим каждому морю своеобразным сочетанием влияющих факторов, учет таких факторов дает возможность показать специфику конкретного участка побережья. Соответственно, при описании каждого из морей приводятся, прежде всего, данные, в наибольшей степени отражающие условия формирования и развития его берегов. Аналогичный акцент делался при описании и анализе хозяйственного использования и антропогенного воздействия – выделялись те сведения и характеристики, которые в наибольшей степени определяют антропогенный фактор в развитии береговых ландшафтов.

В последние десятилетия достаточно очевидно проявились признаки существенных климатических изменений в глобальных масштабах. В приполярном регионе эти изменения носят гораздо более выраженный характер. Заметно изменились синоптические процессы в регионе, повысились среднегодовые температуры, существенно изменились характеристики ледового покрова Арктики. Важным элементом нашего исследования стал анализ, как происходящих изменений характеристик природных факторов, так и влияния каждого из этих изменений на ход развития береговых ландшафтов.

#### 4.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Статус российской арктической зоны был впервые определен в ноте Министерства иностранных дел Российской империи от 20.09.1916 г. [507]. Она определяет российскими владениями все земли, находящиеся на продолжении на север Сибирского континентального плоскогорья. Меморандум Народного комиссариата иностранных дел СССР от 4.11.1924 г. подтвердил положения ноты 1916 г. Постановлением Президиума ЦИК СССР «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане» от 15.04.1926 г. был определен правовой статус арктических владений СССР. В Постановлении указывалось, что «территорией Союза ССР являются все как открытые, так и могущие быть открытыми в дальнейшем земли и острова, не составляющие к моменту опубликования настоящего постановления признанной правительством Союза ССР территории каких-либо иностранных государств, расположенные в Северном Ледовитом океане к северу от побережья Союза ССР до Северного полюса в пределах между меридианом  $32^{\circ}4'35''$  восточной долготы от Гринвича, проходящим по восточной стороне Вайда-губы через триангуляционный знак на мысу Кекурском, и меридианом  $168^{\circ}49'30''$  западной долготы от Гринвича, проходящим по середине пролива, разделяющего острова Ратманова и Крузенштерна группы островов Диомида в Беринговом проливе». Общая площадь полярных владений России в данных границах, обозначенных на рисунке 4.2, составила 5,842 млн. км<sup>2</sup>. Принадлежность этих территорий к Российской Федерации официально не оспаривается ни одним государством.

Моря Северного Ледовитого океана – Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское – омывают территорию России с севера. Все эти моря окраинные; лишь Белое море внутреннее. Моря Северного Ледовитого океана отделены друг от друга и от Центрального полярного бассейна архипелагами и островами (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, о. Врангеля, Вайгач и др.). Там, где нет четкой границы, её проводят условно. Все моря расположены большей своей частью на шельфе материка, и поэтому мелководны. Средняя глубина всех морей – 185 м. Лишь северная часть моря Лаптевых занимает окраину глубоководной котловины Нансена. Морское дно здесь опускается до 3385 м. За счет этого средняя глубина моря Лаптевых составляет 533 м, что делает его самым глубоководным из морей Северного Ледовитого океана [3].



В таблице 4.1 приведены статистические данные по всем морям России. Из арктических морей на втором месте по глубинам – Баренцево море (средняя глубина 222 м, максимальная – 600 м). Самые мелководные – Восточно-Сибирское (средняя глубина 54 м) и Чукотское (71 м) моря [3]. Дно этих морей ровное. Наибольшей пересеченностью отличается рельеф дна Баренцева и Карского морей.

Общая площадь морей Северного Ледовитого океана, примыкающих к побережью России, составляет более 4,5 млн. км<sup>2</sup>, а объем морских вод – 864 тыс. км<sup>3</sup>. [3]

В таблице 4.1 приводятся основные статистические данные по всем морям России. В целом видно, что рассматриваемые в настоящем томе моря существенно отличаются от прочих морей по своим характеристикам.

Таблица 4.1 – Основные характеристики морей России [3]

Моря	Тип моря	Площадь, тыс. км <sup>2</sup>	Объем, км <sup>3</sup>	Глубина		Средняя температура воды на поверхности, °С		Соленость в поверхностном слое, ‰	Сток рек, км <sup>3</sup> /год
				макс.	средняя	январ.-февр.	июль-авг.		
Каспийское	море-озеро	371	78	1025		0...+10	+24-28	12-13	287
Азовское	внутреннее	39	0,29	13	7		+23-24	12-14	37
Черное	внутреннее	422	555	2210	1315	-0,5...+7	+25-26	14-18	346
Балтийское	внутреннее	419	21	470	51	+1	+15-17	2-10	433
Белое	внутреннее	90	6	350	67	-0,5...-1,9	+7-5	21-34	215
Баренцево	материково-окраинное	1424	316	600	222	0...+5		32-35	163
Карское	то же	833	98	620	111	-1,5...+1,7	0...+6	5-34	1290
Лаптевых	то же	662	353	3385	533	-0,6...+1,7	+0,8-10	5-32	720
Восточно-Сибирское	то же	913	49	(915)155	54	-0,2...+1,7	0...+7-8	5-32	250
Чукотское	то же	595	42	(1256)160	71	-1,6...+1,8	-0,1...+4	28-32	72
Берингово	окраинное, смешанное материково-океанического типа	2315	3796	4151 4097	1640	-1.5...+3	+4-11	28-34	400
Охотское	то же	1603	1316	3521	821	-1,5...+1,8	+6...7 (+18-19)	28-34	600
Японское	окраинное океаническое	1062	1631	3699	1536	-0...+4	+18-20 (+25-27)	27-35	212

Все моря Северного Ледовитого океана открытые. Между ними и центральными частями океана существует свободный водообмен. На западе через широкий и глубокий пролив между Скандинавским полуостровом и Шпицбергенем в Баренцево море вливаются теплые воды Северо-Атлантического течения, которое ежегодно приносит примерно 74 тыс. км<sup>3</sup> атлантических вод. На севере Норвежского моря это течение делится

на две мощные струи – Шпицбергенскую и Нордкапскую. На северо-востоке Баренцева моря теплые и соленые (34,7-34,9‰) атлантические воды опускаются под более холодные, но менее соленые, а потому менее плотные местные арктические воды. На востоке бассейн Северного Ледовитого океана соединен с Тихим океаном узким (86 км) и мелководным (42 м) Беринговым проливом, поэтому воздействие Тихого океана значительно меньше, чем Атлантического. Небольшая глубина пролива затрудняет обмен глубинных вод. В Чукотское море из Тихого океана поступает около 30 тыс. км<sup>3</sup> поверхностных вод [3].

Для морей Северного Ледовитого океана характерен большой сток с материка – 2735 км<sup>3</sup> воды. Почти 70% территории России относится к бассейну этого океана. Такой большой приток речных вод резко снижает соленость морей и обуславливает возникновение течений с юга на север. Отклоняющая сила Кориолиса обуславливает перемещение поверхностных вод с запада на восток вдоль материкового побережья и компенсационное течение в обратном направлении в северных районах. Летом теплая речная вода способствует таянию морских льдов, а осенью и зимой, опресняя морскую воду, ускоряет образование прочных льдов [3].

На климат морей Северного Ледовитого океана решающее воздействие оказывает их положение в высоких широтах, в меньшей мере – взаимодействие океана с сушей. Годовая суммарная радиация в Баренцевом море составляет 20 ккал/см<sup>2</sup>, в море Лаптевых на той же широте – 10 ккал/см<sup>2</sup> в год, а в Чукотском – 15 ккал/см<sup>2</sup> в год. Уменьшение суммарной радиации к востоку обусловлено увеличением альбедо в связи с повышением ледовитости морей [3].

Над обширными пространствами арктических морей в зависимости от расположения и степени выраженности центров действия атмосферы складываются определенные синоптические условия. В течение длительной полярной ночи происходит глубокое выхолаживание приполярных районов, особенно в восточной части Арктики, и образуется область повышенного давления – Арктический максимум. В районе Восточно-Сибирского моря он соединяется с северо-восточным отрогом Азиатского максимума. На формирование климата арктических морей оказывают влияние также Исландский и Алеутский минимумы. Зимой для западных районов характерна циклоническая деятельность, смягчающая морозы. По ложбине пониженного давления, проходящей над Баренцевым морем, до Карского моря из Северной Атлантики продвигаются циклоны. С ними связана неустойчивая, очень ветреная, пасмурная погода на акватории западных морей. В восточных районах циклоническая деятельность связана с Алеутским минимумом, но развита слабее. Увеличением повторяемости циклонических погод обусловлено повышение зимних температур. Над центральными морями (Лаптевых и

Восточно-Сибирским) господствует антициклональная малооблачная погода со штилями или очень слабыми ветрами. В целом наблюдается изменение температурных условий зимы при движении с запада на восток. Над акваторией Баренцева моря средняя температура января изменяется от  $-5^{\circ}\text{C}$  на юго-западе до  $-15^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке; от  $-20$  над акваторией Карского моря до  $-30^{\circ}\text{C}$  – в районе моря Лаптевых, западной части Восточно-Сибирского моря, а над акваторией Чукотского моря температура несколько повышается – до  $-28\dots-25^{\circ}\text{C}$ . В районе Северного полюса средняя температура января составляет  $-40\dots-45^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, для арктических морей свойственны большие различия в характере холодного сезона [3].

Летом главную роль в формировании климата играет непрерывный поток солнечной радиации, поступающей в течение полярного дня. Летние циклоны не так глубоки и быстро заполняются, поэтому их роль в формировании климата меньше, чем зимой. Основное количество солнечной радиации расходуется на таяние снега и льда, поэтому температурный фон низок. Средняя температура июля у северной границы морей около  $0^{\circ}\text{C}$ , а у материкового побережья  $+4 - +5^{\circ}\text{C}$ . Лишь у берегов Баренцева моря средняя температура возрастает до  $+8 - +9^{\circ}\text{C}$ , а над акваторией Белого моря достигает  $+9 - +10^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, летом различия в климате морей Северного Ледовитого океана сглаживаются [3].

Наиболее яркой отличительной особенностью региона является круглогодичное присутствие льдов во всех арктических морях. Большая часть Северного Ледовитого океана круглый год скована льдами. Зимой только западная часть Баренцева моря остается свободной ото льда. У берегов зимой образуется молодой неподвижный лед, прикрепленный к берегу (береговой припай). Наибольшей ширины (нескольких сотен километров) он достигает в самом мелководном Восточно-Сибирском море. За полосой припая находятся заприпайные полыньи. Они из года в год образуются в одних и тех же местах, поэтому даже получили собственные названия по тем географическим объектам, близ которых расположены (Чёшская, Печорская, Западно-Новоземельская, Амдерминская, Янская, Обь-Енисейская, Западно-Североземельская и т.д.). За ними находятся дрейфующие многолетние льды – арктический пак (паковые льды). Он состоит из крупных льдин, разделенных трещинами, иногда полыньями. Средняя толщина многолетних льдов  $2,5-3$  м и более. Поверхность пакового льда ровная или волнистая, но иногда ее нарушают торосы – беспорядочные ледяные нагромождения высотой до  $5-10$  м, образующиеся в результате столкновения льдин при сжатии. Особенно обильны торосы в окраинной части паковых льдов. Иногда близ границ паковых льдов и молодых однолетних льдов встречаются торосы высотой до  $20$  м [3].

Летом площадь льдов в арктических морях сокращается, однако кромка их даже в августе не выходит за пределы окраинных морей. В северные их части из центральных районов полярного бассейна даже летом простираются отроги океанических ледяных массивов (Шпицбергенский, Карский, Таймырский, Айонский, Чукотский). Локальные массивы дрейфующих и припайных льдов сохраняются в окраинных морях, за исключением Баренцева, на протяжении всего лета [3].

Кроме морского льда, в полярных морях встречаются мощные глыбы материкового льда – айсберги, оторвавшиеся от ледниковых покровов, опускающихся к поверхности моря у берегов Земли Франца-Иосифа, Новой Земли и Северной Земли. Восточно-Гренландское течение ежегодно выносит из Северного Ледовитого океана в Атлантику до 8-10 тыс. км<sup>3</sup> льда [3].

Ледовый режим в арктических морях меняется от года к году, поэтому условия навигации одного года не похожи на другой. В последние десятилетия наблюдается улучшение ледовых условий в связи с общим потеплением климата Арктики.

Положение в высоких широтах, недостаток солнечного тепла обусловили слабое нагревание вод арктических морей. Летом температура вод у кромки льда приближается к нулю, а к побережью материка повышается до +4 – +6°C, в юго-западной части Баренцева моря – до +8 – +9°C, а в Белом море даже до +9 – +10°C. Зимой средняя температура на большей части акватории близка к температуре замерзания, т.е. -1,2...-1,8°C. В западной части Баренцева моря температура воды в январе – феврале составляет +4 – +5°C [3].

Соленость морских вод понижается от северных окраин морей к южным. В северо-западной части Арктического бассейна соленость морской воды 34-35‰, в северных и северо-восточных районах – 32-33‰, а близ устьев крупных рек снижается до 3-5‰. Поэтому среди обитателей морей, большая часть которых представлена арктическими формами, в прибрежных водах распространены солоновато-водные и пресноводные формы. Соленость существенно сказывается на формировании различных водных масс, горизонтальном и вертикальном водообмене, на сроках формирования и характеристиках ледового покрова [3].

Суровые климатические условия северных морей, полярная ночь и ледяной покров на их акваториях неблагоприятны для развития фито- и зоопланктона, поэтому общая биологическая продуктивность морей невелика. Относительно невелико и видовое разнообразие организмов, обитающих в этих морях. С нарастанием с запада на восток суровости природных условий морей, в этом же направлении сокращается число обитателей морей [3]. Так, ихтиофауна Баренцева моря насчитывает 114 видов, Карского – 54 вида, а моря Лаптевых – 37 видов. Сокращается и видовое разнообразие донной фауны

от 1800 видов в Баренцевом море до 500 видов в море Лаптевых. Изменяется и видовой состав обитателей. Среди промысловых рыб в Баренцевом море преобладают треска, пикша, палтус, морской окунь, сельдь, восточнее распространены лососевые (нельма – в центральных морях и семга – в Чукотском), сиговые (омуль, муксун, ряпушка) и корюшковые. В Чукотском море видовое разнообразие животных несколько увеличивается за счет снижения суровости благодаря проникновению сюда из Тихого океана теплых вод, здесь к обычным арктическим видам присоединяются тихоокеанские бореальные виды.

По морям российского сектора Северного Ледовитого океана проходит Северный морской путь, связавший Мурманск и Архангельск с Владивостоком. Северный морской путь соединяет не только северо-западные и восточные районы России, но и устья судоходных рек Сибири [3; 509]. Помимо обеспечения ежегодных перевозок грузов для хозяйственного развития Севера («Северного завоза»), в ближайшей перспективе возможно развитие транспортных перевозок на чрезвычайно востребованном направлении Запад – Восток – Запад, что видно на рисунке 4.3 [509; 510].



Рисунок 4.3 – Перспективный российский транспортный коридор Северный морской путь в системе международных транспортных коридоров Запад – Восток – Запад [509]

## 4.2 БАРЕНЦЕВО МОРЕ

4.2.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

### 4.2.1.1 Географическое положение

Баренцево море – самое западное из морей Российского сектора Арктики. В современных границах море находится между параллелями  $81^{\circ}52'$  и  $66^{\circ}44'$  с. ш. и между меридианами  $16^{\circ}30'$  и  $68^{\circ}32'$  в.д. Море имеет естественные рубежи на юге и отчасти на востоке, в остальных частях его границами служат условные линии. Границы моря закреплены постановлением ЦИК СССР от 27 июня 1935 г. [3].

На западе Баренцево море граничит с Норвежским морем по линии: м. Южный (южная оконечность о. Шпицберген) – о. Медвежий – м. Нордкап.

Южной границей моря служит берег материка и линия м. Святой Нос – м. Канин Нос, отделяющая его от Белого моря.

С востока море ограничено западным побережьем островов Вайгач и Новая Земля и далее линией м. Желания – м. Кользат, по проливам с Карским морем.

На севере граница моря проходит по северной окраине островов архипелага Земли Франца-Иосифа (ЗФИ) далее от м. Мэри-Хармсуорт (о. Земля Александры) через острова Виктория и Белый к м. Ли-Смит на о. Северо-Восточная Земля (арх. Шпицберген).

Баренцево море одно из самых больших морей России, его площадь равна  $1424$  тыс. км<sup>2</sup> (по другим данным,  $1405$  тыс. км<sup>2</sup>), объем  $316$  тыс. км<sup>3</sup> (по другим данным,  $282$  тыс. км<sup>3</sup>) [511].

Юго-восточная часть Баренцева моря, лежащая между о. Колгуев и юго-западным берегом Новой Земли, носит название Печорское море. Термин «Печорское море», согласно Постановлению ЦИК СССР от 28.11.1935, применим к акватории юго-восточной части Баренцева моря, расположенной к востоку от границ по линии мыс Чёрный (Новая Земля, южный вход в губу Костин Шар) – северная оконечность о. Колгуев и южная оконечность о. Колгуев (Плоские Кошки) – мыс Святой Нос Тиманский. Проливы Карские Ворота и Югорский Шар к Печорскому морю не относятся [3; 512]. Размеры Печорского моря: в широтном направлении – от о. Колгуев до пролива Карские Ворота – около  $300$  км; и в меридиональном направлении – от мыса Русский Заворот до Новой Земли – около  $180$  км. Площадь акватории моря составляет  $81263$  км<sup>2</sup>, объём вод  $4380$  км<sup>3</sup> [3].

В Баренцевом море много островов, а его границами служат крупные архипелаги. Небольшие острова расположены вблизи берегов или крупных островов, часто сгруппированы в небольшие архипелаги.

Архипелаг Новая Земля – крупнейший в Европейской Арктике, расположен между Баренцевым и Карским морями; входит в Архангельскую область России в ранге муниципального образования «Новая Земля» [513]. Архипелаг общей площадью 83 тыс. км<sup>2</sup> состоит из двух больших островов – Северного (47,3 тыс. км<sup>2</sup>) и Южного (33,9 тыс. км<sup>2</sup>), разделённых узким (2-3 км) проливом Маточкин Шар, и множества малых островов. Протяженность архипелага с юго-запада на северо-восток 925 км, ширина Северного острова 123 км, Южного – 143 км. Самая северная точка арх. Новая Земля – восточный остров Больших Оранских о-вов, самая южная – о-ва Пынины Петуховского арх., западная – безымянный мыс на п-ове Гусиная Земля о. Южный, восточная – м. Флиссингский острова Северный. Мыс Флиссингский является самой восточной точкой Европы. На юге проливом Карские Ворота (ширина 50 км) отделяется от острова Вайгач.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа – одна из самых северных территорий России и мира, расположен между 79°73' и 81°93' N и между 37° и 65°50' E. Административно входит в состав Приморского района Архангельской области. Состоит из 196 (цифра постоянно уточняется) островов, общая площадь около 16135 км<sup>2</sup>. Приблизительно 70% от общего числа островов архипелага занимают всего 0,4% его площади; только 4 острова (Земля Георга, Земля Вильчека, Грэм-Белл, Земля Александры) имеют площади, превосходящие 100 тыс. га [3; 511]. Архипелаг условно делится на 3 части:

восточную (отделённую от других Австрийским проливом) – с крупными островами Земля Вильчека (2000 км<sup>2</sup>), Грэм-Белл (1700 км<sup>2</sup>);

центральную (между Австрийским проливом и Британским каналом) – где расположена наиболее значительная по численности группа островов;

западную (к западу от Британского канала) – включающую наиболее крупный остров архипелага – Земля Георга (2900 км<sup>2</sup>).

Мыс Флигели на о. Рудольфа – самая северная точка России и архипелага. Мыс Мэри-Хармсуорт – крайняя западная точка архипелага, о. Ламон – самая южная, мыс Олни на острове Грэм-Белл – самая восточная.

Остров Вайгач расположен на границе Баренцева и Карского морей, административно относится к Ненецкому АО Архангельской области. Остров отделён от континента (оконечности Полярного Урала) узким проливом Югорский Шар; и от архипелага Новая Земля проливом Карские Ворота. Площадь острова Вайгач – 3,4 тыс. км<sup>2</sup>.

Остров Колгуев расположен к востоку от Канинского полуострова, в 80 км от континента (от которого отделён Поморским проливом), имеет площадь 3495,5 км<sup>2</sup>.

Остров Кильдин расположен в 1,5 км от Мурманского берега Кольского п-ова, от материка отделён Кильдинским проливом. Длина острова 17,6 км, ширина 7 км.

#### *4.2.1.2 Основные характеристики Баренцева моря*

Геологическое строение, рельеф дна. Баренцево море занимает Баренцевоморскую плиту протерозойско-раннекембрийского возраста; возвышения дна – антеклизы, депрессии – синеклизы. Из более мелких форм рельефа: остатки древних береговых линий на глубине около 200 и 70 м, ледниково-денудационные и ледниково-аккумулятивные формы и песчаные гряды, сформированные сильными приливными течениями [3].

Баренцево море расположено в пределах материковой отмели, но, в отличие от других подобных морей российской Арктики, большая часть его имеет глубину 300-400 м, средняя глубина 222 м и максимальная 600 м. Как видно на рисунке 4.4, дно Баренцева моря – сложнорасчлененная подводная равнина с волнистой поверхностью, несколько покатой к западу и северо-востоку. Наиболее глубокие районы находятся в западной части моря, южная часть имеет глубину преимущественно менее 200 м и отличается выровненным рельефом. Для рельефа дна характерно чередование крупных структурных элементов – подводных возвышенностей и желобов – пересекающих его в разных направлениях, а также существование многочисленных мелких (3-5 м) неровностей на глубинах менее 200 м и террасовидных уступов на склонах [3; 511]. Выделяются равнины (Центральное плато), возвышенности (Центральная, Персея (минимальная глубина 63 м), впадины (Центральная, максимальная глубина 386 м) и желоба (Западный (максимальная глубина 600 м), Франц-Виктория (430 м) и другие). Пересеченный рельеф дна существенно сказывается на гидрологических условиях моря. [3; 511]

Юго-восточная часть Баренцева моря (Печорское море) мелководна с постепенно увеличивающимися глубинами от материкового берега в меридиональном направлении. Вдоль южного берега архипелага Новая Земля располагается глубоководный жёлоб с глубинами более 150 м. В пределах Печорского моря имеется несколько заливов (губ): Раменка, Колоколкова, Хайпудырская, Печорская (самая крупная).

В донных отложениях южной части Баренцева моря преобладает песок, местами – галька и щебень. На возвышенностях центральных и северных частей моря преобладают илистый песок, песчанистый ил, в депрессиях – ил. Всюду заметна примесь грубообломочного материала, что связано с ледовым разносом и широким распространением реликтовых ледниковых отложений. Мощность осадков в северных и

средних частях менее 0,5 м, вследствие чего на отдельных возвышенностях древние ледниковые отложения практически находятся на поверхности. Медленный темп осадкообразования (менее 30 мм в 1 тыс. лет) объясняется незначительным поступлением терригенного материала – в Баренцево море из-за особенностей берегового рельефа не впадает крупных рек (кроме Печоры, оставляющей почти весь свой аллювий в пределах Печорского лимана), а берега суши сложены главным образом прочными кристаллическими породами [511; 512].

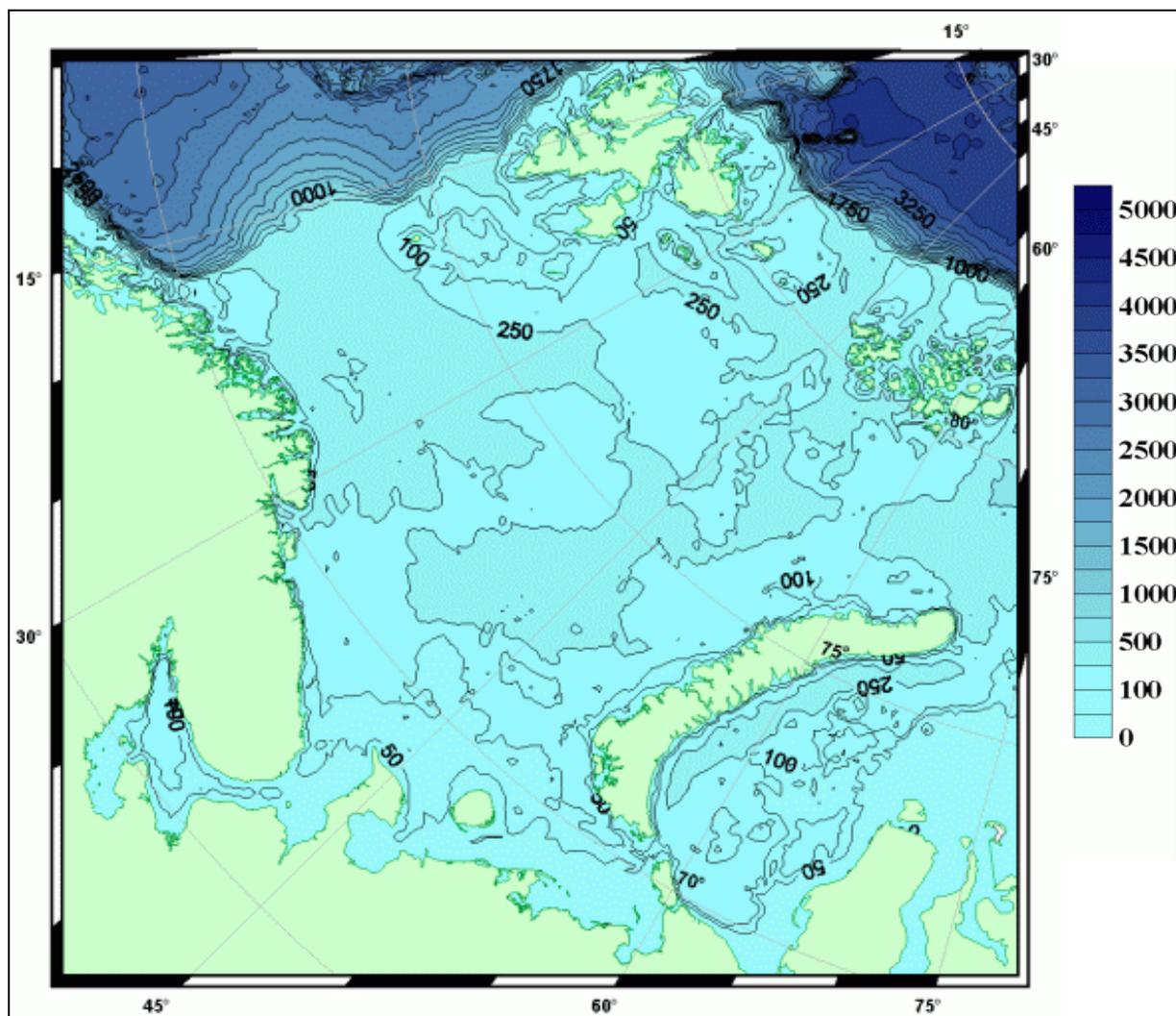


Рисунок 4.4 – Рельеф дна Баренцева моря [511]

Климат. Положение Баренцева моря в высоких широтах за полярным кругом, непосредственная связь с Атлантикой (Норвежским морем) и Центральным арктическим бассейном определяют основные черты климата моря. В целом оно имеет полярный морской климат, который характеризуется продолжительной зимой, коротким холодным летом, малой годовой амплитудой температуры воздуха, большой относительной влажностью. В то же время большая меридиональная протяженность моря, поступление больших масс теплых атлантических вод на юго-западе и приток холодных вод из

арктического бассейна создают существенные климатические различия от места к месту. В северной части моря господствуют массы арктического воздуха, а на юге – воздух умеренных широт. Через Баренцево море проходят траектории подавляющей части теплых североатлантических циклонов, идущих на восток и северо-восток вглубь арктической области. Часто этот перенос теплых воздушных масс прерывается мощным вторжением гребней полярного антициклона, сопровождающимся проникновением холодных арктических воздушных масс далеко на юг. Находясь под влиянием поступления теплых масс воды и воздуха из Атлантического океана и холодных – из Арктического бассейна, климат Баренцева моря весьма неоднороден. Средняя годовая температура воздуха характеризуется следующими значениями: о. Медвежий  $-1.6^{\circ}$ , Баренцбург (Шпицберген)  $-5.2^{\circ}$ , Бухта Тихая (ЗФИ)  $-10.5^{\circ}$ . Средние температуры самых холодных месяцев на побережье равняются:  $-10^{\circ}$ ,  $-15^{\circ}$ , на северных островах  $-20^{\circ}$ ,  $-22^{\circ}$ . В июле средняя температура в различных районах колеблется от  $+1^{\circ}$  до  $+7^{\circ}$  [3].

Зимой над морем наблюдается изменчивая погода с сильными ветрами, большими колебаниями температуры воздуха, выпадением осадков «зарядами». В этот сезон дуют преимущественно юго-западные ветры. На северо-западе моря часто наблюдаются также северо-восточные ветры, а в юго-восточной части моря ветры с юга и юго-востока. Сила ветров обычно 3-5 баллов, временами увеличивается до 7-8 баллов [3].

Летом здесь устанавливается относительно устойчивая, прохладная и пасмурная погода со слабыми, преимущественно северо-восточными ветрами. Обычная для лета погода нарушается вторжением воздушных масс из Атлантического океана. При этом ветер меняет направление на юго-западное и усиливается до 6 баллов, наступают кратковременные прояснения. Такие вторжения свойственны главным образом западной и центральной части моря, в то время как на севере продолжает сохраняться относительно устойчивая погода. В течение года над морем преобладает пасмурная погода. Годовое количество осадков от 250 мм на севере до 500 мм на юго-западе. Относительно мягкая зима, прохладное лето, неустойчивая погода – основные черты климата Баренцева моря [3; 511].

Речной сток невелик по отношению к площади моря и составляет  $163 \text{ км}^3/\text{год}$ . 90% стока сосредоточено в юго-восточной части моря, в этот район несут воды самые крупные реки бассейна. Печора сбрасывает в средний по водности год около  $130 \text{ км}^3$  воды (примерно 70% всего берегового стока). На берег Кольского полуострова приходится всего около 10% стока. Здесь в море стекают небольшие реки горного типа, например Тулома, Печенга, Западная Лица, Кола, Териберка, Воронья, Рында, Иоканга и т.д. Речной сток весьма неравномерно распределен внутри года. Максимум его наблюдается весной и

связан с таянием речного льда и снега в бассейне рек. Минимальный сток отмечается осенью и зимой, когда реки питаются только дождями и грунтовыми водами. Речной сток р. Печора существенно отражается на гидрологических условиях юго-восточной части моря, которую поэтому иногда называют «Печорское море» [3].

Гидротермические условия. Определяющее влияние на природу Баренцева моря оказывает водообмен с соседними морями, главным образом поступление теплых атлантических вод, хорошо видимое на рисунке 4.5, годовой приток которых равен примерно 74 тыс. км<sup>3</sup>. Из большого количества приносимого ими тепла лишь 12% расходуется на обмен водами с другими морями, остальное тепло согревает Баренцево море. Большой приток теплых атлантических вод делает Баренцево море одним из самых теплых в Северном Ледовитом океане. Часть моря от берега до 75°с.ш. круглый год не замерзает и имеет положительные значения поверхностной температуры. В целом, распределение поверхностной температуры воды характеризуется ее понижением с юго-запада на северо-восток, что видно на рисунке 4.6. Температура воды является основным показателем, характеризующим распространение теплых атлантических вод, которые в свою очередь, определяют ледовые условия и климат приатлантического сектора Арктики [3]. В поверхностном слое максимальная температура наблюдается в юго-западной части моря (9°С в июне-сентябре), минимальная (0°С) – у кромки льда. С июля по октябрь область максимальных температур распространяется также и на юго-восточную часть моря, положение изотерм становится близким к широтному.

В Баренцевом море температура воды в значительно большей мере, чем в других арктических морях определяет все процессы, связанные с плотностной структурой вод (конвекция, образование слоя скачка и др.). В большой степени распределение температуры в толще воды Баренцева моря зависит от проникновения теплых атлантических вод, от зимнего охлаждения и от рельефа дна. Подводные возвышенности служат препятствиями на пути движения атлантических вод, поэтому последние обтекают их. В местах обтекания повышенные низкие температуры поднимаются близко к поверхности воды. Кроме того, над возвышенностями и на их склонах вода охлаждается больше. В результате образуются характерные для банок Баренцева моря "шапки холодной воды". В районе Центральной возвышенности зимой температура воды одинаково низкая от поверхности до дна. Летом она понижается с глубиной и в слое 50-100 м имеет минимальные значения. Ниже температура снова повышается, но до самого дна остается отрицательной. Таким образом, и здесь имеется промежуточный слой холодной воды, но его не подстилают теплые атлантические воды. В юго-восточной части моря изменения температуры с глубиной имеют ярко выраженный сезонный ход. Зимой температура всей

толщи воды отрицательна. Весной верхний 10-12-метровый слой охватывается прогревом, ниже его температура резко понижается ко дну. Летом прогревание поверхностного слоя достигает наибольших величин, поэтому понижение температуры между горизонтами 10 и 25 м происходит резким скачком. Осенью охлаждение выравнивает температуру по всему слою, которая к зиме становится почти однородной по вертикали [511].

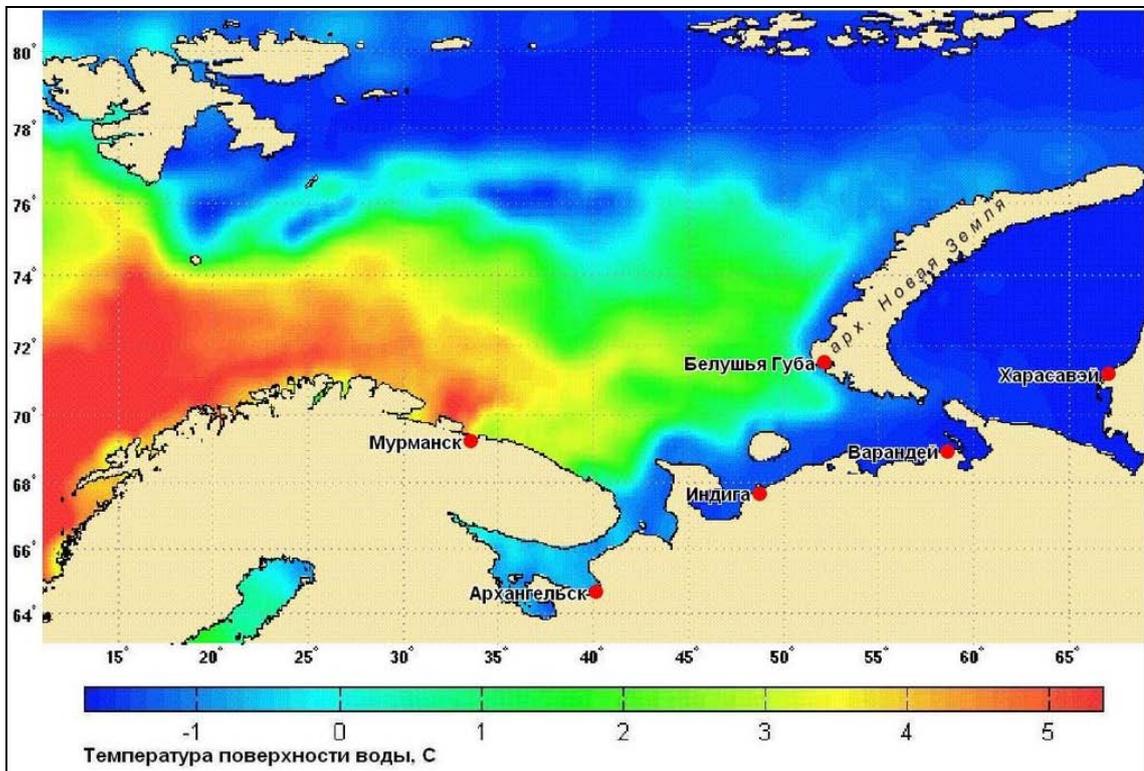


Рисунок 4.5 – Распределение температур морской воды в Баренцевом море [514]

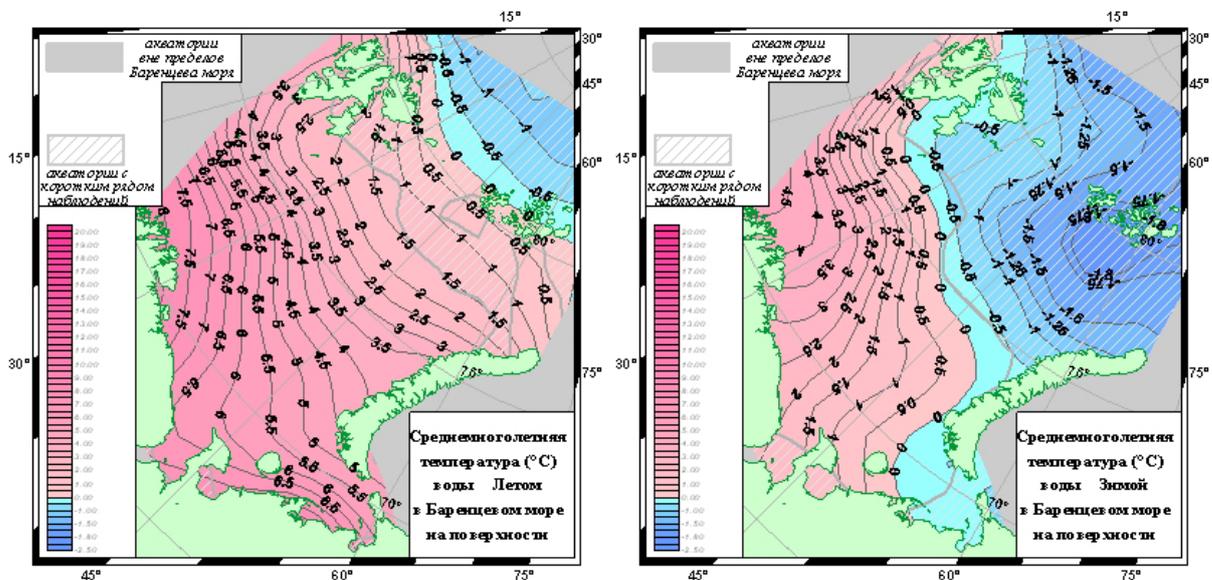


Рисунок 4.6 – Среднегоголетняя температура воды на поверхности в летний (слева) и зимний (справа) периоды [511]

Соленость. Вследствие малого материкового стока и хорошей связи с океаном величины солености Баренцева моря мало отличаются от средней солености океана, хотя в отдельных районах моря имеются заметные отклонения. Распределение солености в Баренцевом море обусловлено поступлением атлантических вод, системой течений, рельефом дна, процессами образования и таяния льда, речным стоком и перемешиванием вод. Наибольшая соленость на поверхности моря (35‰) наблюдается в юго-западной части в районе Нордкапского желоба, где проходят соленые атлантические воды. К северу и к югу соленость понижается до 34,5‰ благодаря таянию льдов. Еще больше распреснены (32-33‰) воды в юго-восточной части моря, где таяние льдов сочетается с мощным притоком пресных вод с суши и куда выносятся распресненные беломорские воды (31-33‰). Изменение солености на поверхности моря происходит от сезона к сезону. Зимой по всему морю соленость довольно высока (около 35‰), а в юго-восточной части 32,5‰-33,0‰, так как в это время года усиливается приток атлантических вод и происходит интенсивное льдообразование. Весной почти повсеместно сохраняются высокие значения солености. Летом сокращается приток атлантических вод, растаивают льды, речная вода распространяется далеко в море, поэтому соленость повсюду понижается. Во второй половине сезона она везде становится ниже 35‰. В юго-западной части соленость равна 34,5‰, а в юго-восточной 29‰, а иногда и 25‰. Осенью, в начале сезона соленость остается пониженной по всему морю, но в дальнейшем из-за уменьшения материкового стока и начала льдообразования она увеличивается и достигает зимних значений. В отличие от сезонной изменчивости, межгодовая изменчивость солености зависит в большей мере от колебаний речного стока, чем от других составляющих пресноводного баланса [3; 511].

Общая циркуляция вод Баренцева моря формируется под совокупным влиянием ветровой обстановки, притока вод из соседних бассейнов, приливов, рельефа дна и других факторов, поэтому она сложна и изменчива во времени. Хотя скорости приливных течений больше, чем постоянных, но для переноса вод Баренцева моря наибольшее значение имеют устойчивые течения, связанные с водообменом на его границах, а также дрейфовые течения синоптического масштаба, развивающиеся под воздействием полей ветра при прохождении барических образований над морем. Гидрологический режим отличается большим разнообразием и складывается в результате циркуляции вод различного происхождения и с различными свойствами. В Баренцевом море существует сложная система поверхностных и глубинных течений, самым общим свойством которых является движение вод против часовой стрелки, что видно на рисунке 4.7. Сформированная крупномасштабными процессами в системе океан-атмосфера северной Атлантики, она

активно реагирует на изменчивость синоптических условий непосредственно над акваторией Баренцева моря, распространение приливной волны из Атлантики и Арктического бассейна и изменчивость плотностной структуры морских вод [3].

Наиболее мощный и устойчивый поток, обуславливающий гидрологический режим моря, образует теплое Нордкапское течение. Оно входит в море с запада и по мере продвижения на восток разделяется на несколько ветвей. На 25° в.д. это течение разделяется на Прибрежное, шириной 20-30 миль и скоростью на поверхности около 40 см/с, и Северное, шириной около 60 миль и скоростью 13 см/с. От меридианов Кольского залива часть вод Прибрежной ветви Нордкапского течения отклоняется к юго-востоку, движется вдоль берега Кольского полуострова и уходит в Белое море. Другая часть Прибрежного течения следует на северо-восток, образуя Мурманское течение, имеющее северо-восточное направление. В районе Северо-Канинской банки оно отделяет от себя небольшую ветвь на восток, которая под названием Колгуево-Печорского течения уходит в Печорское море. Отделив Колгуево-Печорскую ветвь, Мурманское течение продолжает движение на северо-восток и уже под названием Новоземельское течение достигает Маточкина Шара, откуда отклоняется к северо-западу. Особую группу составляют Беломорское и Печорское стоковые течения, которые отличаются пониженной соленостью. Северная ветвь Нордкапского течения, встретив повышение дна на 730 с.ш. и 30 в.д., поворачивает на северо-восток. Однако часть ветви движется на восток и юго-восток, где включается в циклонический круговорот. Основная масса вод северной ветви Нордкапского течения поворачивает на запад и юго-запад [3].

Кроме разветвленной системы теплого Нордкапского течения в Баренцевом море ясно выражены холодные течения. Холодные течения из Арктического бассейна направлены к югу от Земли Франца-Иосифа и вдоль восточного берега Шпицбергена. Вдоль возвышенности Персея с востока на запад проходит течение "Персея", которое, сливаясь с холодными водами у о.Надежды, образует Медвежинское течение (со средней скоростью 50 см/с). На северо-востоке в море входит течение Макарова, а через Карские Ворота холодные воды течения Литке [3].

Интенсивность развития и расположение крупномасштабных барических полей существенно влияют на течения Баренцева моря. Так, при локализации Полярного антициклона у берегов Аляски, и Канады и при относительно западном расположении Исландского минимума Западно-Новоземельское течение проникает далеко на север и часть его вод уходит в Карское море. Другая часть этого течения отклоняется на запад и усиливается водами, поступающими из Арктического бассейна (восточное Земли Франца-Иосифа), что приводит к интенсификации Медвежинского течения. Увеличивается приток

поверхностных арктических вод, приносимых Восточно-Шпицбергенским течением. При значительном развитии Сибирского максимума и одновременном более северном расположении Исландского минимума преобладает вынос вод из Баренцева моря через проливы между Новой Землей и Землей Франца-Иосифа, а также между Землей Франца-Иосифа и Шпицбергенем. Общая картина течений усложняется местными циклоническими и антициклональными круговоротами, возбуждаемыми ветрами и периодическими приливными движениями воды [3; 511; 515].



Рисунок 4.7 – Течения на поверхности и характер приливов в Баренцевом море [3]:  
1 – приливы полусуточные; 2 – приливы полусуточные мелководные

Приливные, сезонные, сгонно-нагонные колебания уровня. Приливы в Баренцевом море вызываются главным образом атлантической приливной волной, которая вступает в море с запада между Нордкапом и Шпицбергом и движется на восток до Новой Земли. Западнее Маточкина Шара она поворачивает частично на северо-восток, а частично на юго-восток. На северные окраины моря оказывает влияние приливная волна, приходящая из Северного Ледовитого океана. Вследствие этого у северо-восточных берегов Шпицбергена и у Земли Франца-Иосифа происходит интерференция атлантической и северной волн. Приливы Баренцева моря почти везде носят правильный полусуточный характер, поэтому и вызываемые ими течения имеют такой же характер, но смена направлений приливных течений в разных районах моря происходит неодинаково. Вдоль Мурманского берега, в Чешской губе, в западной части Печорского моря течение, возникающее при приливе, меняется на прямо противоположное при отливе. В открытых частях моря направление течений в большинстве случаев меняется по часовой стрелке, а на некоторых банках - против нее. Смена направлений приливных течений происходит одновременно по всему слою воды от поверхности до дна. Скорость приливных течений, как правило, превышает скорость постоянных, особенно в поверхностном слое, где они достигают 150 см/с. Большими скоростями характеризуются приливные течения вдоль Мурманского берега, при входе в воронку Белого моря, в Канинско-Колгуевском районе и на Южно-Шпицбергенском мелководье. В открытой части моря скорости приливных течений составляют 10-20 см/с, на юго-востоке 30-40 см/с, на западной границе моря 30-50 см/с. Приливные течения захватывают всю толщу вод Баренцева моря [3; 511].

Приливы в Баренцевом море оказывают наибольшее влияние на его уровенный режим. Высота подъема уровня при приливе у Мурманских берегов достигает 3 м. На севере и северо-востоке высота приливов уменьшается, и у берегов Шпицбергена равна 1-2 м, а у южных берегов Земли Франца-Иосифа всего 20-50 см. Это объясняется особенностями рельефа дна, конфигурацией берегов и интерференцией приливных волн. Кроме приливных колебаний в колебаниях уровня прослеживается влияние гидрометеорологических и ледовых факторов. Первые вызывают сгонно-нагонные колебания уровня, достигающие в прибрежных районах моря 1-2 м (в юго-восточной части моря даже 3-4 м), вторые тормозят приливную волну, уменьшают величину прилива и вызывают запаздывание времени наступления полных и малых вод. Сильные и продолжительные ветры вызывают сгонно-нагонные колебания уровня в разных районах Баренцева моря. Они наиболее значительны (до 3 м) у Кольского побережья и у Шпицбергена (порядка 1 м), меньшие величины (до 0,5 м) наблюдаются у берегов Новой Земли и в юго-восточной части моря. Уровень Баренцева моря подвержен межгодовым и

сезонным колебаниям: в многолетнем ходе он меняется в пределах 10-30 см, в годовом цикле на 20-35 см в прибрежных районах (минимальные значения уровня наблюдаются в апреле - мае, максимальные – в октябре - ноябре), и на 8-12 см в открытой части моря. Разница между максимальным и минимальным положением среднего уровня в Мурманске может достигать 40-50 см [3; 511].

Волнение. Большие пространства чистой воды, частые и сильные ветры благоприятствуют развитию волнения в Баренцевом море. Особенно сильное волнение наблюдается зимой, когда при устойчивых (не менее 16-18 ч) западных и юго-западных ветрах до 20-25 м/с в центральных районах моря наиболее развитые волны могут достигать высоты 10-11 м. В прибрежной зоне волнение менее развито, что связано с преобладанием ветров, дующих с берега. При продолжительных северо-западных штормовых ветрах высота волн достигает 7-8 м. Начиная с апреля интенсивность волнения уменьшается. Волны высотой 5 м и более повторяются редко. Наиболее спокойно море в летние месяцы, повторяемость штормовых волн высотой 5-6 м не превышает 1-3%. Осенью интенсивность волнения увеличивается и в ноябре приближается к зимней [3].

Ледовый режим. Баренцево море относится к числу ледовитых, но это единственное из арктических морей, которое никогда полностью не замерзает. Ежегодно около 1/4 его поверхности не покрывается льдом в течение круглого года. Это объясняется притоком в его юго-западную часть теплых атлантических вод, не позволяющих воде охлаждаться до температуры замерзания и служащих своеобразным барьером для льдов, надвигающихся с севера. Ледообмен Баренцева моря составляет около 3% от льда в конце зимы. Таким образом, в Баренцевом море наблюдаются льды местного происхождения. В центральной части и на юго-востоке моря это однолетние льды, которые образуются осенью и зимой, а весной и летом растаивают. Лишь на крайнем севере и северо-востоке, куда спускаются отроги океанического ледяного массива, встречаются старые льды, в том числе и арктический пак. В море преобладают плавучие льды, среди которых встречаются айсберги. Обычно они встречаются у Новой Земли, Земли Франца-Иосифа и у Шпицбергена, так как айсберги образуются от ледников, спускающихся к морю с этих островов. Изредка айсберги течениями выносятся далеко к югу, вплоть до Мурманского побережья. Обычно айсберги не превышают 25 м в высоту и 600 м в длину. Припай в Баренцевом море развит слабо. Сравнительно небольшие площади он занимает в Канинско-Печорском районе и у Новой Земли, а у Мурманских берегов встречается только в губах. В юго-восточной части моря и у западных берегов Новой Земли всю зиму сохраняются заприпайные полыньи [3].

Льдообразование в море начинается на севере в сентябре, в центральных районах в октябре и на юго-востоке в ноябре. Наибольшее распространение льдов в море наблюдается в апреле. В этом месяце они покрывают до 75% его площади. Толщина ровного морского льда местного происхождения в большинстве районов не превышает 0,7-1,0 м. Наиболее толстые льды (до 150 см) встречаются на северо-востоке, в районе м. Желания. В средние по ледовым условиям годы в момент максимальной ледовитости кромка проходит вдоль западных берегов Шпицбергена на расстоянии 10-30 миль. Далее она спускается до о. Медвежий и, постепенно отклоняясь к юго-востоку, на 45° в.д. достигает 74° с.ш. Затем кромка обычно круто поворачивает на юго-запад и подходит к берегу материка в районе м. Святой Нос. Обширный район юго-восточной части моря в апреле обычно покрыт льдами переменной сплоченности. В годы аномально большой ледовитости кромка льдов в апреле спускается в западных районах южнее 73° с.ш., а на востоке подходит к берегу Кольского полуострова у о. Кильдин [3; 511].

В весенне-летнее время однолетние льды быстро тают. В мае южные и юго-восточные районы освобождаются ото льдов, а к концу лета почти все море очищается ото льдов, за исключением районов, прилегающих к Новой Земле, к Земле Франца-Иосифа и восточным берегам Шпицбергена. Ото льда юго-восточная часть моря обычно очищается в мае, но иногда они держатся здесь до августа. Центральные районы моря освобождаются от льда в июне-июле. Наименьшая ледовитость наблюдается обычно в конце августа и в первой половине сентября. В августе-сентябре аномально теплых лет море полностью очищается ото льда, а в аномально холодные годы ледяной покров в эти месяцы сохраняется на 40-50% его площади, располагаясь преимущественно в северных районах.

Ледовитость Баренцева моря изменяется от года к году, что связано с различной интенсивностью Нордкапского течения, характером крупномасштабной атмосферной циркуляции, общим потеплением или похолоданием Арктики в целом. Средняя амплитуда сезонных колебаний составляет 60% [3; 511].

Гидрохимические условия. Хорошая связь Баренцева моря с Атлантическим и Северным Ледовитым океанами при относительно небольшом и локализованном речном стоке делает химический состав баренцевоморской воды чрезвычайно близким к океаническим водам. Воды моря хорошо аэрированы. Содержание кислорода в толще воды по всей площади моря близко к насыщению. Максимальные величины в верхних 25 м в течение лета достигают 130%. Минимальное значение 70-75% обнаружено в глубоких частях Медвежинской впадины и на севере Печорского моря. Пониженное содержание кислорода наблюдается на горизонте 50 м, над которым обычно расположен слой воды с развитым фитопланктоном. Количество растворенных в воде нитратов

возрастает от материка к северу и от поверхности ко дну. Летом количество нитратов в поверхностном (0-25 м) слое уменьшается и к концу сезона они почти полностью потреблены фитопланктоном. Осенью с развитием вертикальной, циркуляции содержание нитратов на поверхности начинает повышаться за счет поступления из нижележащих слоев. Фосфаты обнаруживают такой же годовой ход стратификации, как нитраты. Следует отметить, что в районах распространения холодного промежуточного слоя последний замедляет обмен газами и питательными солями между поверхностными и глубинными слоями. Запас биогенных веществ в поверхностном слое пополняется летом за счет воды, образованной при таянии льда. Этим объясняется вспышка развития фитопланктона у кромки льдов [3; 511; 515].

#### 4.2.1.3 Характеристика берегов Баренцева моря

Протяженность береговой черты Баренцева моря – 6645 км [3]. Отдельные участки берегов относятся к различным морфологическим типам, что видно на рисунке 4.8. Баренцево море характеризуется значительным разнообразием берегов, которое во многом определено структурно-геологическим строением побережья [505] Основные типы берегов и их характеристики приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Соотношение типов берегов Баренцева моря (%)

Типы берегов	Материковое побережье	Острова	Всего
Неизмененные морем	29,6	29,5	29,6
Абразионно-денудационные	-	7,4	4,9
Абразионные	11,3	5,0	7,2
Абразионные отмершие	1,7	7,6	5,6
Термоабразионные	16,0	43,2	34,0
Абразионно-аккумулятивные	0,7	2,9	2,1
Аккумулятивные: пляжевые	5,0	2,0	3,0
Лагунные	14,0	2,4	6,3
Осушные	16,7	-	5,6
Дельтовые	5,0	-	1,7

Юго-западная часть побережья, расположенная в пределах Кольского полуострова, сложена прочными породами архея и протерозоя и осложнена крупнейшими разломами. По разломам закладывались речные (ранее – ледниковые) долины. При трансгрессии море проникало в низовья долин, увеличивая расчлененность береговой линии. Крайний западный отрезок этого побережья характеризуется фьордовым расчленением. Наиболее крупные заливы: Порсангер-фьорд, Варяжский залив (Варангер-фьорд), Мотовский залив, Кольский залив и др. Берега здесь представлены высокими денудационными уступами (до 100-300 м), почти не несущими следов волновой деятельности [505]. Восточнее

о. Кильдин прибрежные горы становятся ниже, еще восточнее берег представляет собой волнистую равнину с отвесными скалами. На всем протяжении простирается ровный, почти не измененный морем сбросово-тектонический берег с ярко выраженной ледниково-экзарационной обработкой склонов [505]. Берега сложены прочными горными породами, рассеченными тектоническими трещинами, хорошо различимыми на рисунке 4.9.



- А** — Берега, сформированные тектоническими, субэральными эрозионными и ледниковыми экзарационно-аккумулятивными процессами и мало изменённые волнами моря
- Б** — Берега, формирующиеся под воздействием неволновых процессов
- В** — Берега, формирующиеся под воздействием волновых процессов
- А, Б, В** — типы морского берега;
- I – IX** (римские цифры) — подтипы расчленения берегов
- 1 – 19** (арабские цифры) — основные причины, обусловившие исходное расчленение береговой линии
- I** — Ингрессионные берега (с узкими заливами)
- Фиордовые (1)
  - Фиардовые (2)
  - Шхерные (3)
  - Эстуаривые (4)
- II** — Первично-ровные
- Сбросовые (5)
- III** — Потамогенные
- Дельтовые (6)
- IV** — С приливными осушками (илистыми и песчаными)
- Илистые (7)
- V** — Термоабразионные
- Термоабразионные (8)
  - Ледяные (9)
- VI** — Денудационные
- Денудационные (10)
  - Солифлюкционные (11)
  - Осыпные (12)
- VII** — Выравнивающиеся
- Бухтовые (13)
  - Аккумулятивно-бухтовые (14)
- VIII** — Выровненные
- Абразионные (15)
  - Абразионно-аккумулятивные (16)
  - Аккумулятивные (плешевые) (16a)
  - Лагунные (17)
  - С клифом и террасой (18)
  - Аккумулятивные с размывом, с песчано-галечным пляжем (18a)
- IX** — Вторично расчленённые
- Абразионно-аккумулятивно-бухтовые (19)

Рисунок 4.8 – Морфологические типы берегов Баренцева моря [508]

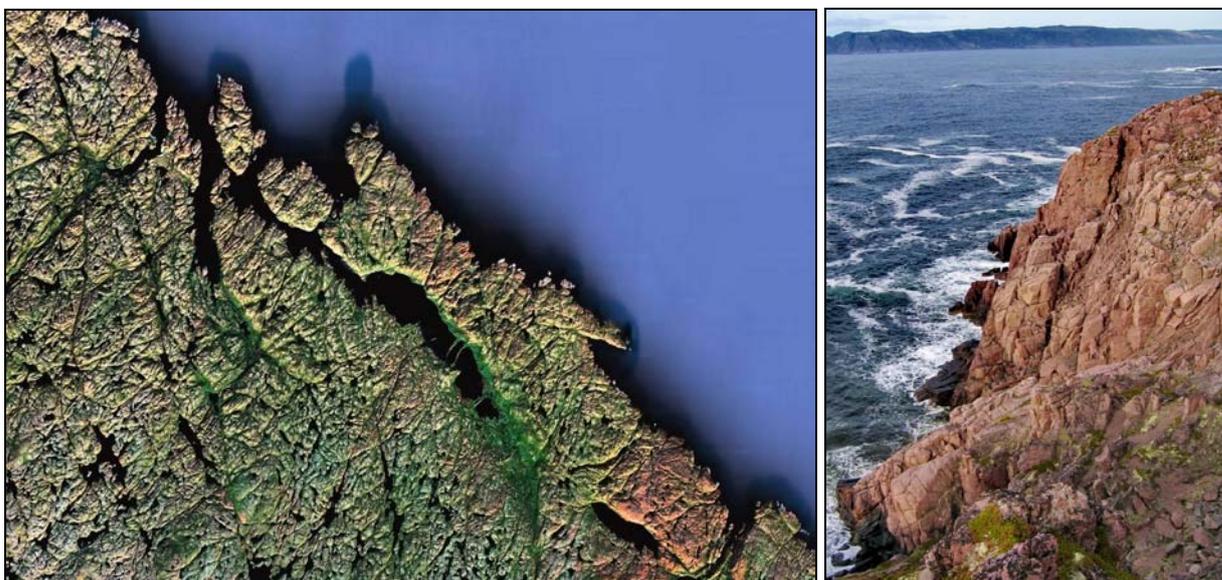


Рисунок 4.9 – Коренной берег из прочных горных пород. Мурманский берег Баренцева моря

В целом, значительная часть берегов Баренцева моря представлена клифами, выработанными в скальных породах. Как и на подобных берегах других арктических морей, подножья абразионных клифов нередко окаймлены пляжами, видимыми на рисунке 4.10, из крупнообломочного материала различной окатанности (от хорошей до слабой). Следует отметить важную роль морозного выветривания в подготовке обломочного материала до поступления его в береговую зону. Морозное растрескивание массивных пород клифа способствует его разрушению волновыми или гравитационными процессами и поступлению в береговую зону крупнообломочного материала. [516]..



Рисунок 4.10 – Слева – подножья клифов окаймлены пляжами из крупнообломочного материала (Мурманский берег Баренцева моря в районе пос. Териберка). Справа – морозное выветривание способствует поступлению обломочного материала на берег (арх. Новая Земля)

Между прочными мысами имеются короткие пересыпи, видимые на рисунке 4.11, отделяющие существующие или отмершие заливы. Это свидетельствует о небольших по протяженности миграциях обломочного материала, состоящего почти целиком из местных пород. Исключение составляют аккумулятивные формы, располагающиеся близ устьев рек или в местах накопления древнего моренного материала [516]. В целом аккумулятивные формы на участках с прочными горными породами встречаются редко, что связано с дефицитом наносов, поступающих со смежных участков берегов, либо с большими глубинами заливов или уклонами дна.



Рисунок 4.11 – Коренной берег с валунно-галечной отмосткой из прочных горных пород в вогнутостях берега; устья долин перекрыты барами. Мурманский берег Баренцева моря в районе пос. Териберка

Для юго-восточной части моря характерны низменные пологие берега. Здесь имеются 3 больших мелководных залива: (Чёшская губа, Печорская губа, Хайпудырская губа), а также несколько небольших бухт. Побережье сложено в основном молодыми ледниковыми, водно-ледниковыми и морскими рыхлыми отложениями. Исключение составляют выходы метаморфических протерозойских и палеозойских сланцев в местах пересечения береговой линии с орогенной зоной Тиманского кряжа (на мысах Канин Нос, Микулкин и др.) [505]. Здесь распространены типичные абразионные берега с незначительной скоростью размыва (до 0,4 м/год).

Восточнее полуострова Канин берега преимущественно низкие и слабо изрезанные, характерный их вид представлен на рисунке 4.12. Наблюдается интенсивный размыв берегов. Береговой уступ в районе п. Варандей отступает со скоростью 3-4 м в год [505]. В многолетнемерзлых отложениях активно развивается термоабразионный процесс, играющий особенно большую роль в полузамкнутых заливах (губах Чешской, Печорской, Хайпудырской и др.). Чешская губа представляет собой мелководный район с глубинами менее 50 м и отмелями глубиной 2-3 м. У Ненецкого берега распространены мелководья с

глубинами 2-3 м. Резкий климат зимой и пресный сток р. Печоры способствуют тому, что море покрыто льдом на протяжении 7-8 месяцев в году.



Рисунок 4.12 – Баренцево море, берег Большеземельской тундры (фото Н. Кучерука)

Береговая полоса восточной части Печорского моря представляет собой пологую тундру с вечной мерзлотой. Многочисленные дельты рек являются важным элементом, формирующим обширные песчаные банки, быстро меняющим свое местоположение и форму. Зону тундры и акваторию моря тут разделяют либо крупные аккумулятивные береговые формы (косы, бары, пересыпи), среди которых выделяются острова Варандей, Песяков, Гуляевские Кошки [517].; либо промежуточная зона (*лайда*), иногда достигающая ширины нескольких километров, периодически затапливаемая во время приливов или нагонов, что видно на рисунке 4.13.

Прибрежье представлено мелководным морем с эстуариями и солоноватой водой, глубины составляют менее 50 м, многочисленны отмели с глубинами 2-3 м. Суровые условия зимы способствуют тому, что ледовый покров держится в течение 7-8 месяцев.

Разновидности аккумулятивных берегов (пляжевые, лагунные, дельтовые и осушные) в пределах Баренцева моря развиты очень широко [505]. Характерны крупные морские аккумулятивные формы разного типа. Аккумулятивные формы представлены как формами поперечного перемещения наносов (в том числе и реликтовыми барами), так и вдольберегового движения. Формы поперечного перемещения наносов представлены в основном барами и пересыпями (блокирующими устья рек либо мелководные заливы) на побережьях, сложенных рыхлыми или легкоразмываемыми породами. За счет вдольберегового перемещения наносов на выровненных низменных побережьях Печорского моря, сложенных рыхлыми породами, образованы протяженные аккумулятивные формы, представленные на рисунке 4.14. Наиболее интересны переи́ма, образующая полуостров Святой Нос и имеющая двустороннее питание, а также мощный береговой бар (Тиманский берег) общей протяженностью 200 км. Он отделяет от моря

несколько лагун и имеет продолжение в виде частично затопленных в настоящее время островов – Гуляевских Кошек.



Рисунок 4.13 – При недостаточном для образования аккумулятивных форм количестве наносов, низменную тундру и акваторию моря разделяет промежуточная зона – *лайда* (результат приливных и сгонно-нагонных колебаний уровня моря), достигающая ширины нескольких километров. Восточная часть Печорского моря (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

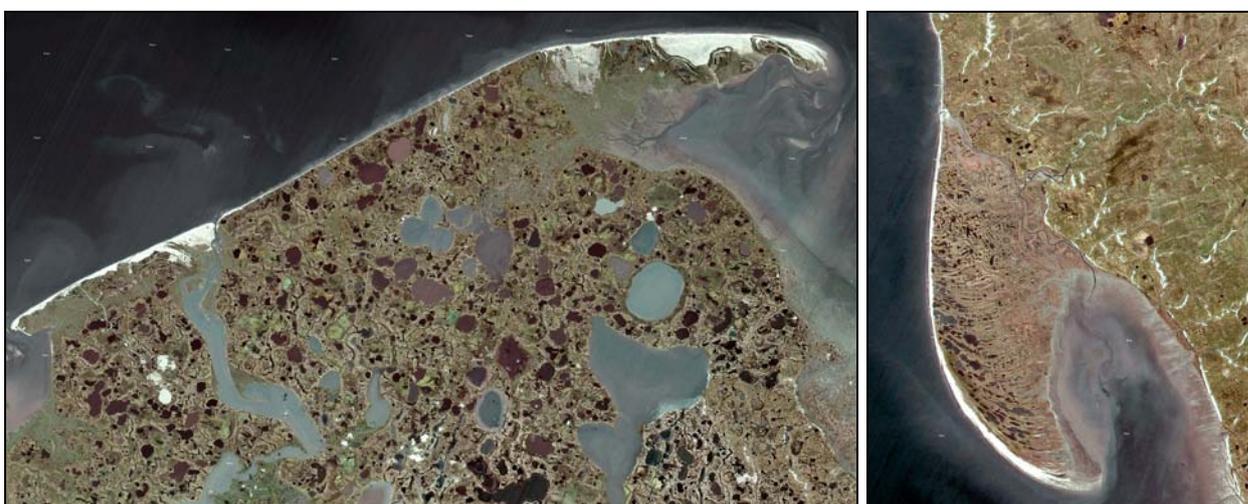


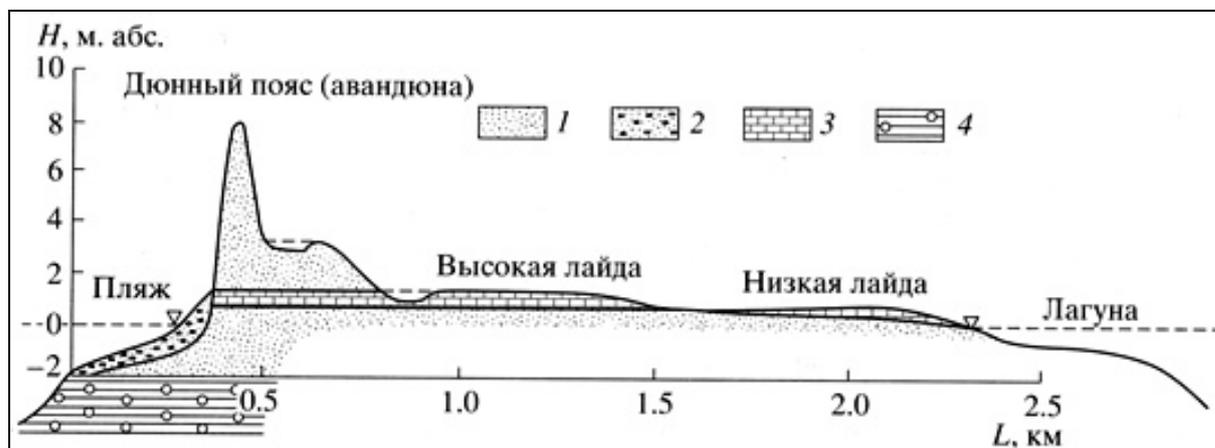
Рисунок 4.14 – Песчаные косы в Печорском море (космические снимки с сервиса Яндекс-карты)

Своеобразным и характерным для побережий многих арктических морей является сочетание протяженных песчаных аккумулятивных береговых форм, хорошо видимых на рисунке 4.15; с низменным заболоченным побережьем. В пределах Баренцева моря такие берега, имеющие сходное происхождение и строение, широко распространены в Печорском (о-ва Варандей, Песяков, Гуляевские Кошки, Колгуев) [517].



Рисунок 4.15 – При достаточном количестве наносов, низменную тундру и акваторию моря разделяет протяженная аккумулятивная форма. Восточная часть Печорского моря (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

В формировании и развитии подобных береговых аккумулятивных форм важную роль играют эоловые процессы [518]. Поступающий с подводного склона песок ветром выносится с пляжей и осушек, и откладывается в пределах дюнного пояса. Специфическая растительность авандюн препятствует дефляции и способствует интенсивной эоловой аккумуляции. В результате на поверхности первичных баров образовалась мощная гряда дюн. По мере отступления берега вся аккумулятивная форма достаточно динамично (скорости отступления береговой линии на о. Песяков за период с 1969 по 2000 г. составляли до 0.5-2.5 м в год) надвигались на прибрежные лайды, долины рек, мелководные заливы [519]. Схожий механизм образования таких аккумулятивных форм обусловил их схожее строение, представленное на рисунке 4.16. Фронтальную, обращенную к открытому морю сторону венчает дюнный пояс (авандюна), достигающий отметок 4-10 м. К морскому склону авандюны прислонен пляж (20-100 м), переходящий в регулярную осушку. Тыловая, расположенная за дюнным поясом часть аккумулятивных форм, в большинстве случаев представляет собой лайду или нагонную осушку с отметками до 2.5-3.0 м, в морфологии которой выделяют два уровня, соответствующих нагонам низкой и высокой обеспеченности [519].



1 – пески мелкозернистые, 2 – пески с галькой, 3 – торфяно-травяная «подушка»,  
4 – глины и суглинки валунные.

Рисунок 4.16 – Поперечный геолого-геоморфологический профиль через о. Песяков [519].

На низменных участках берегов с пологим дном (как правило, на опускающихся участках побережья), где нет поступления пляжеобразующих наносов с подводного склона, зону тундры и акваторию моря разделяет промежуточная зона (*лайда*), иногда достигающая ширины нескольких километров. Лайда периодически затапливается во время приливов или нагонов, для нее характерна специфическая растительность («марши»). В морфологии лайды часто выделяются два уровня, соответствующие нагонам низкой и высокой обеспеченности, как это было показано на рисунке 4.13 [519].

Берега архипелага Новая Земля. Береговая линия западного побережья архипелага Новая Земля изрезана больше восточного. Многие заливы – типичные фьорды (залив Рейнеке, Медвежий, Незнаемый и др.). Берега на Новой Земле преимущественно обрывистые, скалистые. Западный берег архипелага на его южном участке, до Горбовых о-вов, невысокий всхолмленный, с выраженным обрывистым скальным клифом, как на рисунке 4.17. Севернее к морю подходят ледники Новоземельских гор. У берега лёд спускается в фьорды или обрывается в море, образуя ледяные барьеры и айсберги, как на рисунке 4.18. Ледники, достигающие берега, встречаются также на архипелагах Земля Франца-Иосифа и Шпицберген [510].

Берега архипелага Земля Франца-Иосифа. Архипелаг представляет собой группу из почти 200 островов (их количество постоянно уточняется), общая протяженность береговой линии 4425 км. Ледники выходят на морской берег на протяжении 2655 км береговой линии, из них на протяжении 1570 км существуют условия для образования айсбергов, как это видно на рисунке 4.19. Выровненные поверхности островов архипелага Земля Франца-Иосифа отделены от опустившегося шельфа тектоническими разрывами, поэтому берега большей частью обрывисты, а проливы между островами имеют глубину

до 500 м. Вследствие этого (а также с учетом отсутствия волнового воздействия большую часть года), развитых аккумулятивных форм практически нет [3].



Рисунок 4.17 – Баренцево море, скалистые берега арх. Новая Земля



Рисунок 4.18 – Баренцево море, Новая Земля. Ледник выходит непосредственно на берег моря



Рисунок 4.19 – Баренцево море, берега арх. Земля Франца-Иосифа

Берега острова Вайгач. Структуры острова Вайгач протягиваются в направлении ЮВ-СЗ, что совпадает с общей ориентацией большей части его побережий. Поверхность Вайгача представляет собой невысокую равнину, которая почти по всему побережью обрывается к морю абразионным уступом высотой до 50 м, как видно на рисунке 4.20. Сложен абразионный уступ большей частью массивными палеозойскими породами. На востоке острова береговая линия расчленена слабо, так как берега здесь продольные по отношению к простиранию геологических структур [516]. На западе и северо-западе острова береговая линия расчленена значительно интенсивнее из-за подтопления отрицательных форм рельефа, формировавшихся в результате речной и ледниковой эрозии. По мнению П.А. Каплина с соавторами это сближает берега западного Вайгача с далматинским типом расчленения и с выработкой абразионных бухт на месте выходов менее устойчивых к размыву пород. Такие берега можно отнести к абразионно-бухтовым [388]. У побережья о. Вайгач имеются переиры (в том числе и двойные), соединяющие отдельные островки между собой или с основным берегом, как это видно на рисунке 4.21.

Берега острова Колгуев сложены песчаными ледниковыми отложениями, с развитием вечной мерзлоты. Это обстоятельство предопределяет преобладание здесь абразионных и термоабразионных берегов. С южной и восточной сторон, подветренных по отношению к господствующим волнениям, формируются аккумулятивные косы и острова, отчленяющие лагуны, хорошо видимые на рисунке 4.22.

Берега острова Кильдин круто обрываются к морю на севере и западе, как это видно на рисунке 4.23; и широкими террасами спускаются к морю на юге и востоке. Берега сложены песчаниками и сланцами.



Рисунок 4.20 – Берег из прочных горных пород. Остров Вайгач в районе мыса Болванский Нос



Рисунок 4.21 – Аккумулятивные формы, южный берег острова Вайгач (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)



Рисунок 4.22 – Размыв наветренной стороны и образование аккумулятивных форм на подветренной стороне острова Колгуев (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)



Рисунок 4.23 – Баренцево море, остров Кильдин. Слева – северный берег; справа – мыс Бык

#### *4.2.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья*

Кольский п-ов лежит в пределах Балтийского кристаллического щита, сложенного докембрийскими метаморфическими породами: гнейсами, амфиболитами, кристаллическими сланцами и др. Большая часть полуострова занята денудационной холмистой, холмисто-грядовой или плоско-увалистой равниной высотой 100-500 м со сравнительно маломощным (обычно первые метры и десятки метров) чехлом рыхлых верхнечетвертичных и голоценовых отложений. Значительное влияние на рельеф оказали плейстоценовые оледенения, обусловившие послеледниковые гляциоизостатические поднятия. К побережью Баренцева моря выходит Мурманский блок архейских гранитоидов, обрывающихся к северу вдоль крупного тектонического разлома – линии Карпинского, высоким (до 200 м) крутым скалистым уступом [505].

Низменные равнины Канинских тундр занимают большую часть п-ова Канин и пространство до северной части Тиманского кряжа. В северной части полуострова Канин располагается кряж Канин Камень (максимальная высота 241 м). На побережье п-ова Канин доминируют ландшафты тундровой зоны с вечной мерзлотой и низковисотным рельефом, многочисленной сетью озер и водоемов, перемежающихся осоковыми лугами и речными протоками. Тиманский кряж, состоящий из нескольких субпараллельных гряд, отделяет Канинские тундры от Малоземельской тундры – холмистой равнины высотой до 180 м. На Тиманском берегу Баренцева моря широко распространены обширные песчаные косы и острова (о. Сенгейский, п-ов Русский Заворот). Ненецкий берег представлен тундрами с вечной мерзлотой и низковисотным рельефом [505].

Побережье Баренцева моря восточнее п-ова Канин сложено песчано-глинистыми отложениями ледникового, морского и ледово-морского происхождения. Большая часть Канинской, Мало- и Большеземельской тундр находится в криолитозоне, в области распространения сплошной многолетней мерзлоты [505].

На правом берегу р. Печоры располагается обширная Большеземельская тундра, простирающаяся до возвышенности Пай-Хой и гряды Чернышёва. Рельеф Большеземельской тундры неоднороден – возвышенные холмисто-западинные участки перемежаются с обширными заболоченными низменностями с множеством озёр, вдоль побережий тянутся песчаные косы (п-ов Медынский заворот, о. Песяков). Невысокие морские террасы и лайды образуют сложные «кружева» из фрагментов суши, озерков и протоков. Максимальная высота Большеземельской тундры до 250 м [505].

Новая Земля, Вайгач и Югорский п-ов с Пай-Хоем являются северным завершением Урало-Новоземельского горного сооружения, отделяющего Европу от Азии. Здесь преобладают палеозойские осадочные породы, прорезанные интрузиями преимущественно основного состава. Скалистая плосковершинная возвышенность Пай-Хой (418 м), замыкающая материковую часть Уральской горной страны, занимает практически весь Югорский полуостров. Преобладают каменистые горные тундры, на возвышенностях – горные арктические (гольцовые) пустыни с каменистыми россыпями и небольшими каровыми ледниками [505].

*Архипелаг Новая Земля* располагается между Баренцевым и Карским морями. Он состоит из двух крупных (Северный и Южный) и множества мелких (Междушарский, Панкратьева, Крестовые, Горбовые, Оранские и др.) островов. В структурном отношении Новая Земля является северным продолжением Урало-Пайхойской складчатой области. Преобладают отложения палеозойского возраста (песчаники, глинистые сланцы, конгломераты, известняки), прорванными во многих местах габбро-диабазовыми, реже гранитными интрузиями. Большая часть архипелага Новая Земля гористая, вдоль обоих островов протягивается горный хребет, повышающийся с юга на север и достигающий высоты 1547 м в районе залива Норденшельда на Северном острове. Горы глубоко расчленены речными и ледниковыми долинами. В южной части Южного острова местность понижается и переходит в слабовсхолмлённую (до 100-150 м) наклонную цокольную возвышенную равнину, обрывающуюся к морю отвесными скальными уступами. Широко развиты ледниковые, делювиальные, морские, торфяно-болотные отложения. Повсеместно развита многолетняя мерзлота. Новая Земля – крупный центр современного оледенения (общая площадь около 29 тыс. км<sup>2</sup>, из них около 92% – покровное оледенение и 7,9% – горные ледники). На территории около 20 тыс. км<sup>2</sup> имеется сплошной ледяной покров, простирающийся на 400 км в длину и на 75 км в ширину, мощность льда свыше 300 м. К морю спускаются многочисленные выводные ледники, обрывающиеся в море, образуя ледяные барьеры и айсберги. Возвышенные районы архипелага относятся к полярным пустыням, а вся остальная территория – к арктическим тундрам. Речная сеть лучше развита на Южном острове. На Северном острове крупные реки протекают южнее Северной Сульменевоу губы (реки Гусиная, Митюшиха, Промысловая и др.). На Южном острове самые большие реки – Промысловая, Карелка, Абросимова, Савина. Реки зимой промерзают до дна. Озер больше на Южном острове (Гусиное, Нехватова 1-е и Нехватова 2-е, Крест-То), хотя два самых крупных озера (Гольцовое и Ледниковое) расположены на Северном острове. Большую часть года озера покрыты льдом [3;388; 513].

Архипелаг Земля Франца-Иосифа. На шельфе Баренцева и Карского морей выделяется единая Баренцево-Северо-Карская окраинная плита, в её пределах находится архипелаг Земля Франца-Иосифа. Рельеф большинства островов архипелага Земля Франца-Иосифа, как видно на рисунке 4.24, представляет собой низкогорное плато, рассеченное тектоническими разломами на отдельные останцы. Аномальная глубина (до 600 м) некоторых проливов между островами обусловлена наличием молодых разломов океанического дна, а также интенсивной экзарацией. Большая часть островов архипелага сложена мезозойскими карбонатными породами (песчаниками, алевролитами и известняками), перекрытыми эффузивной толщей горизонтальных базальтовых покровов мощностью 20-30 м [505]. Многочисленны интрузивные тела (дайки и силлы) основных пород – долеритов и габбро-долеритов. Среди юрских глинистых сланцев и песчаников на мысе Флора обнаружен бурый уголь. Самый крупный остров – Земля Георга. Плато средней высотой 400-500 м (высшая точка архипелага – ледовый купол о. Винер-Штадт имеет высоту 620 м) покрыто ледяными шапками с языками ледников, спускающимися на берег моря. Общая площадь суши составляет 16135 км<sup>2</sup>, из них 13700 км<sup>2</sup> (85%) покрыто ледниками. Современное оледенение развито на 56 наиболее крупных островах архипелага, основной формой оледенения являются островные ледниковые покровы, толщина льда достигает 100-500 м.



Рисунок 4.24 – Баренцево море, острова арх. Земля Франца-Иосифа

Свободная ото льда поверхность представлена каменными россыпями, скалистыми краями плато, клифом и отдельными нунатаками. Там, где нет льда, царит вечная мерзлота, виднеются многочисленные безымянные озера. Мощность четвертичных отложений не превышает нескольких метров. Реки длиной до 12 км имеются на о. Грем-Белл, о. Земля Александры и о. Хейса. На архипелаге около 900 озер, большей частью экзарационных; гораздо меньше озер лагунного происхождения. На элювии основных пород преобладают арктические типичные малогумусные почвы. На хорошо дренированных склонах южной экспозиции встречаются гумусированные разности

типичных арктических и дерново-арктических почв. На островах, сложенных песками и слабо сцементированными мезозойскими песчаниками, преобладают пустынно-арктические почвы с дискретным гумусовым горизонтом, формирующимся под растительными дерновинами [505; 520; 521].

Остров Вайгач. Пролив Карские Ворота отделяет арх. Новая Земля от о. Вайгач, в свою очередь, отделенный от Югорского п-ова проливом Югорский Шар. Поверхность острова Вайгач – скалистая возвышенная волнистая равнина, с двумя параллельными грядами, максимальной высотой до 157 м (гора Болванская). Характерны скалистые обрывы, каньонообразные долины рек. Западная часть острова сложена ордовикскими известняками, восточная – в основном силурийско-пермскими породами (глинистыми сланцами, песчаниками и известняками) [505; 516]. Преобладают каменистые арктические тундры. Много озёр и болот.

Остров Колгуев. Поморский пролив отделяет от Малоземельской тундры о. Колгуев (максимальная высота 173 м). Под чехлом рыхлых четвертичных отложений вскрываются мезозой-неогеновые осадки [505]. Холмистые и холмисто-грядовые расчленённые равнины на о. Колгуев заняты типичными тундрами. Низины сильно заболочены, весь остров покрыт густой сетью ручьев, рек и озёр. В северо-восточной части острова находится крупное лагунное озеро Песчаное.

Остров Кильдйн. Поверхность острова Кильдйн представляет собой холмистое плато высотой до 281 м, сложенное песчаниками и сланцами, круто обрывающимися к морю на севере и западе; и широкими террасами спускающееся к морю на юге и востоке.

#### *4.2.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий*

Баренцево море богато различными видами рыб, растительным и животным планктоном и бентосом. У южного побережья распространены морские водоросли. Из 114 видов рыб, обитающих в Баренцевом море, наиболее важны в промысловом отношении 20 видов: треска, пикша, сельдь, морской окунь, зубатка, камбала, палтус и др. Из млекопитающих водятся: белый медведь, нерпа, гренландский тюлень, белуха и др. Ведётся промысел тюленя. На побережьях изобилуют птичьи базары (кайра, чистики, чайки-моевки). В XX веке был завезён камчатский краб, который смог адаптироваться к новым условиям и начать интенсивно размножаться. По дну всей акватории моря распространены морские ежи и морские звёзды разных видов [522; 523; 524].

Мурманское побережье. На протяжении практически всей береговой линии Мурманского побережья дно покрыто зарослями ламинарии, наиболее крупные из которых создает *Laminaria hyperborea*, дающая прибежище многочисленным позвоночным и беспозвоночным животным. Общая численность нерестящегося в реках Мурманского атлантического лосося составляет более 10000 особей. В озере Могильном, находящемся на о. Кильдин (Мурманское побережье) и имеющем своеобразное слоистое расположение вод разной солености, одновременно обитают и морские, и пресноводные организмы, в частности – эндемичный подвид трески *Gadus morhua kildenesis*. Сложный подводный рельеф способствует высокой продуктивности и разнообразию сообществ бентоса. Наивысшая плотность распределения бентоса наблюдается в районе мыса Териберский. Наибольшее разнообразие бентосных организмов существует на мелководных участках с твердым донным субстратом. Участки, где значения биомассы превышают 1500 г/м<sup>2</sup>, обнаружены около Семи островов (при доминировании двустворчатых моллюсков, таких, как *Chlamys* и *Modiolus*) [522; 523].

Колонии морских птиц, хотя и не самые большие в Баренцевоморском экорегионе, имеются как на материковом побережье, так и на островах. Эти колонии являются источником корма для таких редких видов хищных птиц, как сапсан (*Falco peregrinus*) и кречет (*Falco rusticolus*). Мурманское побережье – важный район размножения, миграций, линьки и зимовки как морских уток (особенно гаг трех видов), так и морских птиц (в основном чистиковых и чайковых). Здесь располагается основной район зимовки гаги-гребенушки (*Somateria spectabilis*) и стеллеровой гаги (*Polysticta stelleri*) [522; 523].

На мурманском побережье находится край гнездового ареала целого ряда видов птиц, типичных для Баренцевоморского экорегиона: северная олуша (*Sula bassana*), большой баклан (*Phalacrocorax carbo*) и хохлатый баклан (*Phalacrocorax aristotelis*), серебристая чайка (*Larus marinus*), гагарка (*Alca torda*) [522; 523].

На архипелагах Мурманского побережья (Айновых, Гавриловских и Семи островах) существуют ценные залежки серого тюленя (*Halichoerus grypus*). В районе губы Ивановской обитает локальная группировка обыкновенного тюленя (*Phoca vitulina*) (единственная на мурманском побережье). [522; 523].

Полуостров Канин и Чешская губа. Чешская губа представляет собой мелководный район с глубинами менее 50 м и отмелями глубиной 2-3 м. Ее высокая первичная продуктивность может быть обусловлена поступлением биогенной составляющей из размывов берегов и/или прогревом воды вплоть до дна в весенний/летний периоды. Участок является источником органического материала для окружающих районов. Фауна бентоса отличается высоким видовым разнообразием и плотностью. На участке обитает

эндемичный подвид сельди, так называемая чешско-печорская сельдь (*Clupea palasi* suwogovi). Акватории Белого и Баренцева морей, прилегающие к полуострову Канин, являются важным местом откорма ряда видов морских птиц, в первую очередь глупышей, кайр и моевок. На Восточно-атлантическом пути пролета п-ов Канин имеет большое значение как место отдыха птиц, размножающихся восточнее, вплоть до п-ова Таймыр. Во время миграций здесь останавливается на отдых до 100% находящейся под угрозой фенноскандинавской популяции пискульки (*Anser erythropus*). В 1980 г. на п-ове отмечено гнездование белошекой казарки (*Branta leucopsis*), а в 1991 г. в колонии белошекой казарки, насчитывающей 400-450 пар, было найдено несколько гнездящихся черных казарок (*Branta bernicla*)(самое южное из известных мест гнездования) [522; 523].

Западная часть Печорского моря. Планктонное сообщество не очень богато и продуктивно. Бентосное сообщество, благодаря поступающей со стоком Печоры органике, богато видами (около 600) и имеет высокую продуктивность. На некоторых участках его биомасса достигала 500 г/м<sup>2</sup>, что является одним из высоких показателей для Баренцева моря. На большей части мелководных районов доминируют двустворчатые моллюски, являющиеся кормом для многочисленных скоплений линяющих морских уток. Река Печора - высокопродуктивный водоем, в котором размножается большое количество проходных сиговых рыб. В прошлом здесь нерестилась одна из самых больших популяций семги, ежегодный вылов которой составлял 50-60 тысяч особей [522; 523].

Остров Колгуев является важным местом размножения казарок (включая белошекую казарку) и местом линьки большого количества гуменников (*Anser fabalis*) и белолобых гусей (*Anser albifrons*). В дельте р. Печоры плотность размножающихся тундровых лебедей (*Cygnus bewickii*) – одна из самых высоких в мире. Особый интерес заслуживают такие виды гнездящихся в районе птиц, как тундровый лебедь, пискулька, сапсан. Печорская губа, п-ов Русский Заворот, Сенгейский пролив и п-ов Канин являются важными местами отдыха вдоль Восточно-Атлантического пути пролета. Морские утки интенсивно используют богатые кормовые ресурсы мелководий, а кулики и гуси в изобилии встречаются на так называемых лайдах - высокопродуктивной промежуточной зоне между морем и тундрой. В период миграций на Печорском море на линьку или поиск корма собираются птицы, размножающиеся на пространстве от Финнмарка до Сибири.

На акватории района были отмечены самки моржей (*Odobenus rosmarus rosmarus*) с молодыми особями. Воды вокруг о. Колгуев являются важным местом зимовки белух. Припай в Печорской губе и других заливах и губах является местом размножения кольчатых нерп [522; 523].

Восточная часть Печорского моря. Небольшие глубины препятствуют поступлению богатых биогенами атлантических водных масс, и единственной зоной повышенной продуктивности пелагиали может быть зона поступления холодных водных масс из Карского моря. В отличие от пелагического сообщества, фауна бентоса очень богата как по видовому разнообразию, так и по плотности распределения. На большей части мелководных районов доминируют двустворчатые моллюски, являющиеся кормом для многочисленных скоплений линяющих морских уток. В проливах Карские Ворота и Югорский Шар биомасса двустворчатых моллюсков достигала 1 000-1 200 г/м<sup>2</sup>. Губе Хайпудырской свойственна высокая первичная продуктивность. Этими же проливами двигаются и некоторые виды рыб, такие, как навага и сайка (*Boreogadus saida*) [522; 523].

Субрегион является важным узловым местом отдыха вдоль Восточно-Атлантического пути пролета. В период с середины июля по начало октября на морских мелководьях южной части района существуют крупнейшие в экорегионе (с высокой плотностью распределения особей) концентрации морских уток. Своеобразной особенностью является миграция самцов гаги-гребенушки, синьги (*Melanitta nigra*) и турпана (*Melanitta fusca*) в середине лета, когда через район пролетают десятки тысяч птиц. В единичных скоплениях насчитывали до 10-15 тыс. птиц [522; 523].

Район является местом размножения и зимовки белух, а также небольшой и достаточно уязвимой группы моржей. Залежки моржей на о. Долгом в настоящее время представляют собой наиболее южные встречи моржей в Атлантике. Ледовые условия данного района благоприятствуют размножению кольчатой нерпы. В весенний и летний период через узкие проливы южнее и севернее о. Вайгач проходит миграция белух и других морских млекопитающих [522; 523].

Архипелаг Новая Земля. Экосистемы Новой Земли относятся к биомам арктических пустынь (Северный остров) и арктической тундры. Главная роль в формировании фитоценозов принадлежит мхам и лишайникам. Значительную роль играют также арктические травянистые однолетники. Характерными для скудной флоры островов растениями являются стелющиеся виды, такие как ива ползучая (*Salix polaris*), камнеломка супротивнолистная (*Saxifraga oppositifolia*), горный лишайник и другие. В горах растительность представлена лишь накипными лишайниками и редкими мхами. Растительность в южной части составляет в большинстве карликовые берёзы, мох и низкая трава, в районах вблизи рек, озёр и заливов растёт множество грибов: грузди, опята и др. Человек не оказал существенного воздействия на экосистему архипелага, и по настоящее время она находится в ее естественном состоянии [522; 523; 524].

Архипелагу свойственно очень высокое для арктических широт видовое разнообразие. На Южном острове отмечено 66 видов птиц, а на северном - 39. На Новой Земле размножается большое количество водоплавающих птиц. На островах архипелага можно обнаружить крупнейшие в российском районе Арктики птичьи базары. Здесь селятся кайры, тупики, чайки. Колонии морских птиц, располагающиеся вдоль западного побережья, являются самыми крупными в восточной части Баренцева моря. Морские участки к юго-западу от Новой Земли являются традиционными районами поиска и добычи корма морскими птицами (глупыш, чистиковые, чайки) во внегнездовой период и важным местом откорма выводков толстоклювых кайр из колоний Новой Земли. В прибрежной акватории архипелага несколько стационарных полыней обеспечивают высокую первичную продуктивность, поддерживающую концентрации копепод (*Calanus*), скопления сайки и колонии морских птиц. Высока продуктивность двустворчатых моллюсков в проливе Карские Ворота [522; 523; 524].

Озера и крупные реки архипелага богаты рыбой, одним из типичных видов является голец арктический. Из сухопутных животных распространены песцы, лемминги, белые куропатки, северный олень. Белые медведи приходят в южные районы с наступлением холодов. Из морских животных встречаются гренландский тюлень, нерпа, морской заяц, моржи, киты. Вдоль западного и северного берегов отмечены 6 лежбищ моржей (на Оранских островах, острове Гемскерка и в некоторых других местах). Белухи, проводя летний период в Карском море, мигрируют к местам зимовок в Баренцевом море через проливы Карские Ворота, Маточкин шар и вокруг мыса Желания. Этот же путь используют и некоторые другие морские млекопитающие [522; 523; 524].

Архипелаг Земля Франца-Иосифа. При минимальном антропогенном вмешательстве природа архипелага сохраняется в естественном состоянии. В растительном покрове господствуют мхи и лишайники. Встречаются также полярный мак, камнеломки, крупки, полярная ива [522; 523]. В пределах архипелага располагаются многочисленные колонии морских птиц (26 видов), таких как люрики, моевки и толстоклювые кайры, среди которых и самые большие колонии белой чайки. Район труднодоступен, поэтому в настоящее время здесь обитают полноценные популяции кольчатой нерпы, морского зайца, гренландского тюленя, моржа, белого медведя и белухи. Фауна морских млекопитающих богата и разнообразна (кольчатая нерпа, морской заяц, нарвал, гренландский кит и морж), большинство видов связаны с зоной кромки постоянных дрейфующих льдов. Между островами архипелага и с подветренной стороны открыто несколько полыней. Они являются важным местом зимовки и нагула морских млекопитающих, кормовыми участками и местами зимовки крупных скоплений морских

птиц. На Земле Франца-Иосифа находятся залежки возрождающейся в Баренцевом море популяции моржей, особенно на о. Джордж, в бухте Аспирантов (George Land, Aspirantov Inlet), о. Норбрук, на мысе Флора и о. Аполлонова. Район Земли Франца-Иосифа является одним из важных в экорегионе мест поиска корма, размножения, выращивания потомства и районом миграции белого медведя (ледовый мост Шпицберген - Земля Франца-Иосифа).

Остров Колгуев. Большая часть флоры характерна для арктических, субарктических и арктико-альпийских регионов. Тундра представлена прежде всего кустарниками и травами; различают северную тундру, расположенную в основном на север и западе острова, и южную тундру, расположенную в его южной и восточной частях. Кустарниковый страт состоит из тундровой берёзы (*Betula tundrae*), которая распространена очень широко, а также нескольких видов ивы (*Salix glauca*, *Salix lanata*, *Salix phylicifolia*, и т. д.). Большинство редких видов, произрастающих на острове, расположены на восточной, западной или северной границе области своего распространения. Так, Колгуев находится на северной границе распространения таких видов, более типичных для тайги, как *Catabrosa aquatica*, или *Omalotheca sylvatica* (другое название *Gnaphalium sylvaticum*), на восточной границе распространения *Puccinellia coarctata*, и на западной границе распространения таких видов, как *Arnica iljinii* (Maguire Pjin), *Eriophorum brachyantherum*, и *Antennaria lanata*. Тундра является чрезвычайно чувствительной средой. В зависимости от типа почвы, значительное нарушение растительного покрова восстанавливается на 90 % только через 3-5 лет для трав и мхов и только лишь на 20 % для кустарников. Обнажённые почвы очень чувствительны к эрозии, вызываемой ветром и осадками. Из-за сурового климата и удалённости от континента фауна на острове малоразнообразна. Она также, несомненно, является одной из наименее изученных среди всех островов севера Европы. Основную часть животного мира составляют белые медведи, лисы, песцы и моржи [522; 523].

## 4.2.2 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

### 4.2.2.1 *Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие*

Географическое положение и особенности природных условий Баренцева моря определяют основные направления его хозяйственного использования, и виды и степень негативного антропогенного воздействия на экосистемы моря.

С давних пор здесь развито рыболовство, которое базируется на добыче главным образом донных рыб (трески, пикши, палтуса, морского окуня), в меньших размерах вылавливается сельдь. Наблюдается чрезмерное давление промысла на массовые виды рыб, что отражается на условиях существования птиц-ихтиофагов. Разрушение траловым флотом донных биоценозов привело к деструкции важных районов подрастания молоди рыбы и снижению биоразнообразия данных участков. Рост численности акклиматизированного в прибрежных водах Баренцева моря камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) оказывает влияние на динамику донных биоценозов. С другой стороны, камчатский краб уже сейчас стал привлекательным объектом промысла. Промысел морских млекопитающих в настоящее время не ведется.

Баренцево море – важная транспортная магистраль, по которой осуществляются морские сообщения со странами северной Европы, и отправляются грузы по Северному морскому пути. Единственный в России крупный незамерзающий заполярный порт – Мурманск, имеются другие порты – Териберка, Индига, Нарьян-Мар (Россия); Вардё, Вадсё и Киркенес (Норвегия). Интенсивное судоходство, является не только источником загрязнения нефтяными отходами и бытовым мусором, но и мощнейшим фактором беспокойства для морских млекопитающих и колоний морских птиц.

Наиболее населенным и промышленно освоенным районом побережья является Кольский полуостров. Население Кольского п-ова составляет около 1,1 млн. человек, 92% которого сосредоточено в 12 крупных и 20 небольших городах [505]. Население Мурманска около 400 тыс. чел. Основу промышленности составляют транспортная, рыбодобывающая и рыбоперерабатывающая отрасли, имеются судоремонтные и судостроительные предприятия. Неподалеку от Мурманска, в губе Кислой расположена первая в стране опытно-промышленная приливная электростанция мощностью 450 кВт.

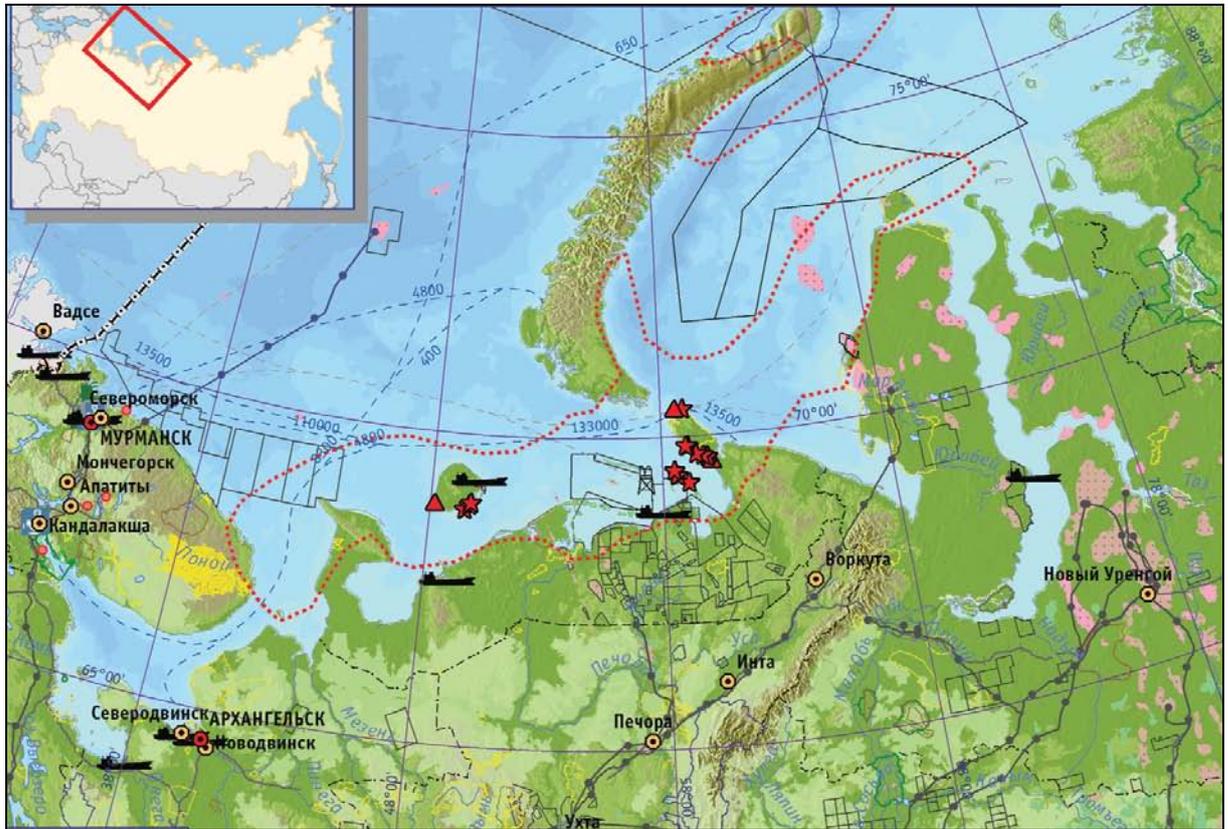
На берегах моря, а в последние десятилетия – и на шельфе, как это видно на рисунке 4.25, развиваются отрасли промышленности, связанные с добычей и переработкой полезных ископаемых, преимущественно – углеводородов. На протяжении многих лет

ведется добыча нефти и газа на берегах Норвегии, в пределах Тимано-Печорского месторождения на материке и о. Колгуев. На шельфе Норвегии промышленная добыча углеводородов ведется достаточно давно. В российском секторе Баренцева моря обнаружено крупнейшее месторождение газа Штокмановское, а на дне Печорского моря – крупное месторождение нефти Приразломное. В 2011 г. в Печорском море была установлена нефтяная платформа «Приразломная» [526]. Добыча углеводородного сырья на шельфе является крупнейшей угрозой биологическим системам Баренцева моря. В случае аварийной ситуации на нефтяных скважинах нефтяное загрязнение может достигнуть ближайших берегов в течение считанных часов. Значительное негативное воздействие аварийные разливы нефти, а также сброс буровых растворов и отходов, может оказать и на личинок промысловых видов рыбы [525; 526].

Баренцево море – регион дислокации военно-морского флота РФ, в том числе атомных подводных лодок. Вдоль побережья и на островах располагаются поселки и базы Северного Флота, войск ПВО. Существенной угрозой для экосистем Баренцева моря является загрязнение моря радиоактивными отходами (РАО). Захоронение РАО в моря производилось бывшим СССР в течение длительного времени (с 60-х годов прошлого века), основные районы размещения РАО показаны на рисунке 4.26. В моря СССР непосредственно сливались жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) низкого уровня, сбрасывались твердые радиоактивные отходы (ТРО), как упакованные, так и без упаковки, в виде отдельных конструкций и узлов оборудования. На морское дно, после предварительной подготовки, сбрасывались и аварийные ядерные реакторы (в том числе с остатками ядерного топлива), а также реакторные отсеки атомных подводных лодок (АПЛ), и даже АПЛ целиком [527; 528]. Кроме того, загрязнение моря и прилегающих территорий радиоактивными веществами происходило в период проведения испытаний ядерного оружия в атмосфере на архипелаге Новая Земля [527; 528].

Следует отметить, что в настоящее время радиационный фон в Баренцевом море и на его берегах находится в пределах нормы, но наличие на морском дне ядерных отходов или реакторных отсеков АПЛ является потенциальной угрозой для экосистем Баренцева моря [527; 528].

Базы дислоцирования атомного военного и ледокольного флота, а также норвежские заводы по переработке радиоактивных отходов также могут быть источником радиоактивного загрязнения [525].



**Условные обозначения:**

- ★ Регулярно наблюдаемые лежбища
  - ▲ Нерегулярные лежбища
  - Памятники природы федерального значения
  - Памятники природы регионального значения
  - 🏭 Нефтеперерабатывающие заводы
  - 📦 Склады нефтепродуктов
  - 🏠 Нефтяные платформы
  - 🚢 Порты
  - 🏗️ Причалы
  - 🚢 Танкерные терминалы
  - Ареал атлантического моржа
  - Линия разграничения Россия-Норвегия на море
  - Морские трубопроводы
  - Наземные трубопроводы
  - Пути и объемы транспортировки нефти (т/год)
  - Пути транспортировки нефти планируемые
  - Железные дороги
  - Лицензионные участки
  - Газовые месторождения
  - Газоконденсатные месторождения
  - Нефтегазовые месторождения
  - Нефтегазоконденсатные месторождения
  - Нефтяные месторождения
  - Рамсарские угодья
  - Заповедники
  - Национальные парки
  - Заказники федерального значения
  - ООПТ регионального значения
  - Малонарушенные экосистемы лесной зоны
- Шкала глубин, м
- 0--20
  - 20--50
  - 50--100
  - 100--200
  - 200--300
  - 300--400
  - 400--500
  - <-500

Рисунок 4.25 – Нефтегазовые разработки в западной части российского сектора Арктики [526]

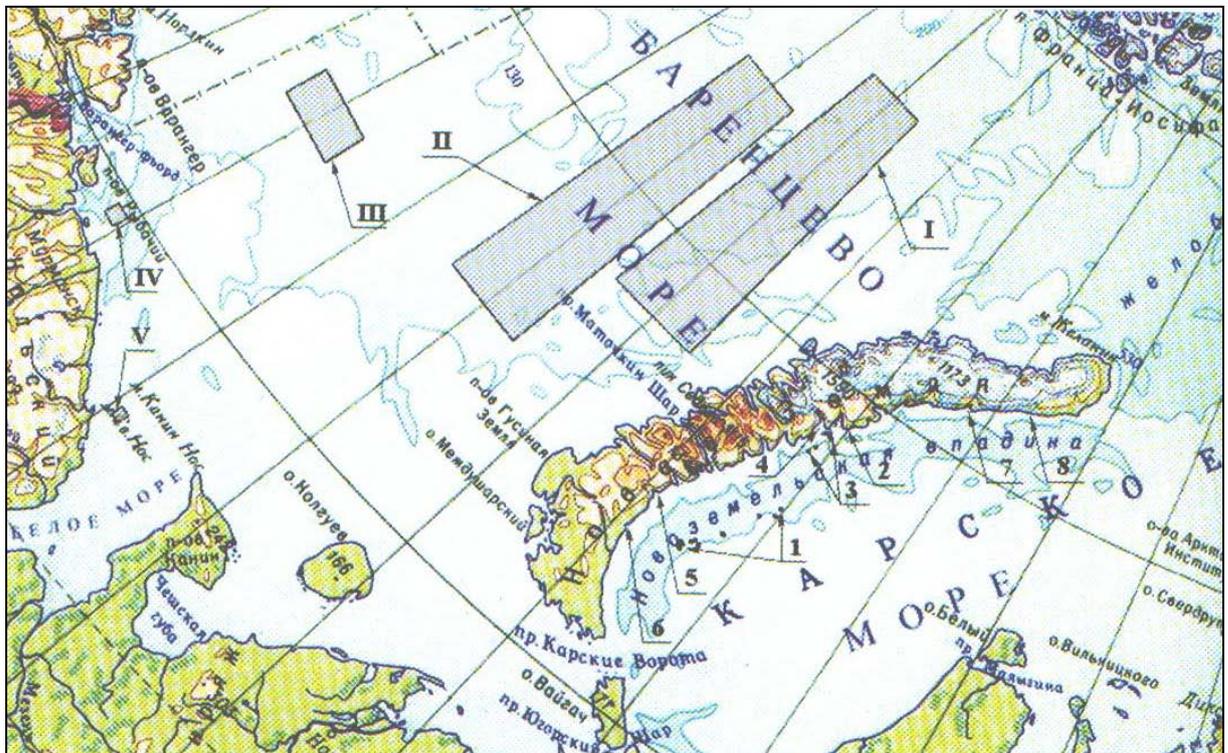


Рисунок 4.26 – Расположение районов слива ЖРО и затоплений ТРО в Арктике [527]: I-V – районы слива ЖРО; районы затопления ТРО: 1 – Новоземельская впадина Карского моря, 2 – залив Седова, 3 – залив Ога, 4 – залив Цивольки, 5 – залив Степового, 6 – залив Абросимова, 7 – залив Благополучия, 8 – залив Течений.

В тундровых хозяйствах п-ова Канин, Малоземельской и Большеземельской тундр, о. Колгуев основным видом деятельности является домашнее оленеводство. Во многих районах уже достигнута предельная ёмкость пастбищ, и при дальнейшем увеличении поголовья оленей пастбища начнут деградировать. Дигрессия уже наблюдается на п-ове Канин, о. Колгуев, к югу от Хайпудырской губы. Дигрессия пастбищ сопровождается уменьшением плотности растительного покрова или его полным уничтожением, интенсификацией дефляции, овражной и плоскостной эрозии [505].

Архипелаг Новая Земля. Активное заселение островов Новой Земли началось с 1869. В 1877 на Южном острове возник населённый пункт Малые Кармакулы. В восьмидесятых годах XIX века на Новой Земле уже была маленькая колония. В 1910 на Северном острове был организован посёлок в губе Крестовой. Коренное население – ненцы было полностью выселено с островов, когда 17 сентября 1954 на Новой Земле был открыт ядерный полигон с центром в Белушьей Губе [527; 528]. Полигон включает в себя три площадки:

Чёрная Губа – использовалась в 1955-1962 гг.

Маточкин Шар – подземные испытания в 1964-1990 гг.

Полуостров Сухой Нос – наземные испытания в 1957-1962 гг.

С 1955 г. по 1990 г. на полигоне было произведено 135 ядерных взрывов: 87 в атмосфере (из них 84 воздушных, 1 наземный, 2 надводных), 3 подводных и 42 подземных взрыва. Среди экспериментов были и очень мощные мегатонные испытания ядерных зарядов, проводившиеся в атмосфере над архипелагом. В 1961 г. была взорвана мощнейшая в истории человечества водородная бомба – 58-мегатонная «Царь-бомба» на площадке «Сухой Нос». С 1963 г. до 1990 г. проводились только подземные взрывы. В настоящее время здесь занимаются лишь исследованиями в области ядерных систем вооружений (объект Маточкин Шар) [527; 528].

В административном плане архипелаг является отдельным муниципальным образованием Архангельской области, имеет статус ЗАТО (закрытого административно-территориального образования). В административном центре – посёлке городского типа Белушья Губа (Южный о-ов) проживает около 2 тыс. чел. Второй населённый пункт на Новой Земле – посёлок Рогачёво, в 12 км от Белушьей Губы. Здесь находится военный аэродром Амдерма-2. На южном берегу пролива Маточкин Шар существует посёлок Северный, рядом с базой подземных ядерных испытаний, горных и строительно-монтажных работ. Население посёлков главным образом составляют военные и строители. На Северном острове в настоящее время населённых пунктов нет.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа. В 1929 г. в бухте Тихой острова Гукера открылась первая советская научно-исследовательская станция. В 1936 году на острове Рудольфа была создана полярная станция и база первой воздушной экспедиции на Северный полюс, откуда в мае 1937 г. четыре самолёта АНТ-6 доставили группу Папанина на полюс. В 50-е гг. XX века на Земле Франца-Иосифа (о. Грэм-Белл и о. Земля Александры) были созданы станции ПВО СССР, ликвидированы они были в начале 90-х гг. После развала СССР многие объекты на архипелаге, включая технику, и запасы ГСМ, свалки отходов, были брошены. По оценкам специалистов, на архипелаге Земля Франца-Иосифа находится около 250 тыс. бочек с ГСМ (до 60 тыс. т нефтепродуктов), и порядка 1 млн. пустых железных бочек, как это видно на рисунке 4.27 [529]. В настоящее время на архипелаге отсутствует постоянное население. Нет ни одного муниципального образования и населённого пункта. Временное население составляют ученые и пограничники. Промышленность на арх. Земля Франца-Иосифа отсутствует, портов и гаваней нет, на о. Грэм-Белл действует аэропорт. Официально ЗФИ входит в состав Архангельской области, но снабжение архипелага осуществляется через посадочную площадку Нагурская, которая приписана к аэропорту Диксон Красноярского управления гражданской авиации [529].



Рисунок 4.27 – Архипелаг Земля Франца-Иосифа. Брошенные бочки из-под ГСМ

Остров Вайгач. На острове Вайгач есть посёлок Варнек (по состоянию на январь 2012 года 23 дома, 106 человек). В 30-е годы на острове был заложен рудник для добычи свинцово-цинковой руды, была пущена обогатительная фабрика. В связи с высокой себестоимостью и малыми запасами добыча была прекращена.

Остров Колгуев располагается примерно в 200 км к северо-западу от города Нарьян-Мар, административного центра Ненецкого автономного округа, у которого остров находится в административном подчинении. С 2005 года – в Колгуевском сельсовете. На острове два посёлка: Бугрино, где проживают около 300 чел. и который является административным центром МО Колгуевский сельсовет, и Северный, который представляет собой метеорологическую базу. Сообщение между континентом и островом осуществляется по морю, а также авиатранспортом. На Колгуеве живут около 300 человек, преимущественно ненцы, занимающиеся оленеводством. Остальную часть населения острова составляют около 250 вахтовых работников компании ЗАО «АрктикНефть», сосредоточенных на нефтепромыслах в северо-восточной части острова, в 60 км от Бугрино. Исследование острова началось в 1980 г. В 1983 г. рядом с озером Песчаное было открыто Песчаноозерское нефтяное месторождение, которое разрабатывается с 1986 г. На сегодняшний день эксплуатируются только нефтяные месторождения. В 2002 г. эксплуатировалось 52 скважины (дававшие около 100000 т нефти в год), в настоящее время объемы добычи значительно упали. Транспортировка сырой нефти на острове между участками добычи, переработки и хранения осуществляется по нефтепроводу. На острове построен трубопровод до резервуарного парка вместимостью 60 тыс. м<sup>3</sup>, который рассчитан на шестимесячное хранение нефти. Вывоз производится морским путем летом и осенью: танкеры вместимостью в среднем 30000 тонн загружаются прямо в море, в 5 км от побережья при помощи плавучего нефтепровода (дюкера). Вся нефть экспортируется в Роттердам [530].

#### *4.2.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия*

Развитие морского транспорта и рыбной отрасли в регионе фактически не оказывает влияния на состояние берегов. Увеличение интенсивности данных отраслей вполне реально без создания новых транспортных или рыбохозяйственных портов на новых участках побережий. Иначе дело обстоит с развитием в регионе промышленности и транспорта, связанного с добычей, переработкой и транспортом полезных ископаемых, преимущественно углеводородов [525].

Еще в советское время на шельфе Баренцева и Печорского морей открыта серия крупных нефтяных (Приразломное, Варандей-море), нефтегазоконденсатных (Северо-Гуляевское), газоконденсатных (Поморское, Штокмановское, Ледовое) и газовых (Мурманское, Северо-Кильдинское, Лудловское) месторождений [505].

В настоящее время в Печорском море подготавливаются для промышленной добычи нефти месторождения «Приразломное» (в 2011 г. установлена 1 платформа), «Долгинское», «Медынское-море», «Варандей-море» и др. В районе п. Варандей действует морской нефтеналивной терминал с береговых месторождений. Предлагаются разные варианты строительства в Баренцевом море нового порта (портов) и подводных трубопроводов для транспортировки углеводородов, добываемых на месторождениях Западной Сибири. К примеру, рассматривается проект создания морского глубоководного многофункционального порта-хаба Индига, включающего газохимический и нефтеперерабатывающий комплексы, завод по сжижению природного газа (СПГ). Проект также предусматривает развитие трубопроводной системы с выходом на Индигу, включая газопровод «Кумжинское – Индига», подведение к порту железной дороги Сосногорск-Индига [505].

В 80-х годах XX в. на шельфе Баренцева моря к западу от Новой Земли открыто одно из крупнейших в мире газоконденсатных месторождений (Штокмановское ГКМ). В настоящее время идёт подготовка к его освоению. Россия со своим газом пока не представлена на мировом рынке сжиженного природного газа (СПГ). Мощности по производству СПГ планируется создать в районе Мурманска (п. Териберка), в ходе освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения на шельфе Баренцева моря. Экспорт газа с крупнейших месторождений, освоение которых ведется на полуострове Ямал, планируется вести только по системе газопроводов. Основная причина, препятствующая вывозу СПГ из Западной Сибири на судах-газовозах – сложные ледовые условия в акватории Северного Ледовитого океана [505].

Наибольшую опасность при добыче или транспортировке углеводородов (нефти) представляет её аварийный разлив. По наиболее «жестким» оценкам экологов, в зоне возможного загрязнения при аварии на открытой в 2011 г. платформе «Приразломная» может оказаться акватория площадью более 140 тыс. км<sup>2</sup>. В зону риска попадают три охраняемые территории, расположенные в 50-60 км от «Приразломной»: заповедник Ненецкий, заказники Вайгач и Ненецкий. Может быть нанесен ущерб популяциям моржа, гренландского тюленя, белого медведя, морских птиц [525].

Поскольку проектирование платформы «Приразломной» велось с учетом практически всех возможных в регионе опасных природных явлений, проектировщики утверждают, что вероятность аварии чрезвычайно низка. Например, платформа рассчитана выдерживать удары волн высотой до 10 м (повторяемость раз в 100 лет). Платформа удерживается на дне (глубина 19-20 м) своей массой (около 500 тыс. т); от подмыва ее защищает каменная берма весом 85 тыс. т, а от ледовых и волновых нагрузок – мощное нижнее строение (кессон). Общий вес бетонного балласта – 120 тыс. т. Тем не менее, учитывая печальный опыт аварии в Мексиканском заливе, полностью исключить вероятность аварии нельзя. Поэтому необходимые технические средства для ликвидации аварийных разливов нефти собраны в районе пос. Варандея, который находится на удалении 55 км, расчетное время прибытия в район платформы – 4 часа. Здесь в постоянной готовности находятся специализированные катера для сбора нефти, постановки бонов и мониторинга; морские и береговые боны; сорбенты; установки по утилизации замазученного грунта и сорбентов, для отмывки оборудования и грунта; дизель-электростанции; береговой аварийный инструмент и т.д. [531].

В целом, разлив нефти, с выбросом нефтяного пятна на берег, угрозы устойчивости самих берегов не несет, поскольку в регионе практически нет живых организмов, поставляющих наносообразующий биогенный материал. Тем не менее, будет оказано существенное воздействие на важнейший для указанного региона компонент берегового ландшафта – колонии морских млекопитающих и птиц, многие виды которых и без того находятся под угрозой исчезновения [525].

Архипелаг Новая Земля. Новая Земля имеет предпосылки для экономического развития, в первую очередь как центр освоения шельфовых нефтегазовых месторождений, определённую роль может сыграть разработка рудных месторождений на Южном острове. Рассматривается возможность создания на архипелаге крупного морского порта – перевалочного пункта при транспортировке углеводородов из Западной Сибири и Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции.

На архипелаге Новая Земля, в первую очередь, на Южном острове, известны месторождения полезных ископаемых, в основном, руд чёрных и цветных металлов. Наиболее значительным является Рогачевско-Тайнинский марганцево-рудный район, по прогнозным оценкам – крупнейший в России. Марганцевые руды – карбонатные и окисные. По результатам технологических испытаний руды пригодны для получения металлургического концентрата. Все залежи окисных руд могут разрабатываться открытым способом [505]. Выявлено несколько рудных полей (Павловское, Северное, Перевальное) с залежами полиметаллических руд. Павловское месторождение, расположенное в пределах одноимённого рудного поля, является пока единственным месторождением на Новой Земле, по которому утверждены балансовые запасы. Кроме того, в качестве попутных оценены запасы серебра. Разработка месторождения возможна открытым способом. Остальные рудные поля изучены гораздо меньше. Известно, что Северное рудное поле, помимо свинца и цинка, содержит в качестве попутных компонентов серебро, галлий, индий, германий, иттрий, иттербий, ниобий. На Южном острове известны проявления самородной меди и медистых песчаников. Все известные рудные поля требуют дополнительного изучения, которое затрудняется природными условиями, недостаточной хозяйственной освоенностью и особым статусом архипелага [505]. В акватории морей, омывающих архипелаг, выявлен ряд геологических структур, перспективных для поиска нефтяных и газовых месторождений. Штокмановское газоконденсатное месторождение, крупнейшее на российском шельфе, расположено в 300 км от побережья Новой Земли.

Для освоения обнаруженных месторождений, а также для организации новых путей транспортировки сырья на запад, предлагаются различные варианты создания в регионе новых портов. Одним из первых проект создания порта на Новой Земле предложил директор ЛенМорНИИпроекта А. Парфенов [532]. Порт обеспечивал бы перевалку рудных грузов и нефти с шельфовых месторождений. Позднее был предложен ряд проектов по созданию на Южном острове завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) на базе газовых месторождений полуострова Ямал [533]. Предложены также проекты транспортировки нефти через архипелаг, при условии постройки нефтепроводов из Западной Сибири и Тимано-Печорской провинции.

Реализация проектов возможна благодаря сравнительно небольшому расстоянию до основных нефтегазодобывающих районов [533]: около 600 км до полуострова Ямал, 1300 км до нефтеносных районов Западной Сибири, менее 500 км до месторождений Тимано-Печорской нефтяной провинции, а также сравнительно благоприятным условиям для судоходства. Баренцево море у побережья Новой Земли – наиболее удалённая на восток

акватория, куда проникают тёплые течения (Нордкапское течение) из Атлантического океана, обеспечивая условия для круглогодичной навигации. Создание на Новой Земле нефтегазового порта позволит сократить затраты на экспорт углеводородов, по сравнению с транспортировкой по трубопроводам, таким как нефтепровод «Дружба» и БТС-2.

По мнению специалистов «Ленморниипроекта» [532], оптимальным местом для строительства нового порта является бухта Белушья Губа на Южном острове архипелага Новая Земля. Она находится практически в центре расположения шельфовых месторождений и в 130-150 км от крупнейшего в мире месторождения руд. Особая привлекательность этой бухты в том, что природные условия позволят обеспечить здесь круглогодичное плавание всех типов и классов судов с минимальными затратами на ледокольное сопровождение. В самые суровые зимы полоса припая не превышает тут 1 км при толщине льда до 1 м. Бухта хорошо защищена от волнений и проникновения на ее акваторию дрейфующих льдов. Глубина на входе в нее 30-50 м, в акватории бухты – 10-30 м. Здесь уже есть порт с двумя грузовыми и четырьмя вспомогательными причалами, и благоустроенный поселок с необходимой инфраструктурой. Тут могут быть построены мощности для перевалки наливных грузов, механизированный комплекс для погрузки руды, контейнерный терминал для транзита и грузов снабжения, размещена бункеровочная и накопительно-распределительная базы для грузов снабжения и центр ледокольной проводки. На первом этапе до 7-10 млн. тонн нефти предусматривается доставлять с месторождений в порт на фидерных судах усиленного ледового класса дедвейтом 15-25 тыс. тонн. На следующем этапе в район Варандея и Приразломное прокладывается нефтепровод, и по нему нефть транспортируется в порт как с шельфовых, так и с прибрежных месторождений. Ее вывоз из порта возможен на танкерах дедвейтом 150-200 тыс. тонн. На перспективу суммарный грузооборот порта в бухте Белушья Губа экспертно оценивается в 63-82 млн. тонн в год, в том числе 40-50 млн. тонн нефти, 15-20 млн. тонн руды, 5-7 млн. тонн грузов снабжения и 3-5 млн., тонн транзитных грузов в контейнерах.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа. В настоящее время практически отсутствуют планы промышленного или транспортного освоения архипелага Земля Франца-Иосифа. Основным направлением использования этой территории является рекреационно-туристическое. В связи с этим, а также учитывая катастрофический уровень загрязнения многих островов архипелага различными отходами, накопленными в советский период, в ближайших планах стоит кардинальная очистка и реабилитация территории. Советом по изучению производительных сил (СОПС) Минэкономразвития России была инициирована разработка программы по «очистке» загрязненных территорий островов архипелага Земля Франца-Иосифа. Программа предусматривает очистку территории, и создание

материальной базы для развития в регионе сферы рекреации и туризма [534].

Заказчиком производимой очистки островов на архипелаге является национальный парк «Русская Арктика». В 2012 г. выполнялись масштабные работы по очистке территории о-ва Земля Александры (входящего в государственный заказник «Земля Франца-Иосифа»). С острова вывезено на утилизацию 1892 т стальных бочек, собрано, обработано и помещено на площадку для отгрузки 4797 т твердых отходов. Полностью выполнена консервация 1744 т ГСМ. Проведена техническая рекультивация земель на площади 50 га. Выполнена сортировка, компактирование и погрузка отходов на сухогруз «Иван Рябов», весь объем лома, техника и оборудование вывезены. В 2012 году кроме острова Земля Александры также были проведена очистка на острове Гукера в бухте Тихая. В следующем году работы по программе очистки островов западного сектора российской Арктики продолжатся в новых точках. Остров Грэм-Белл располагается в восточной части ЗФИ. По оценкам специалистов СОПС, этот остров является одним из самых загрязнённых – раньше здесь располагалась база ПВО. В числе первоочередных задач будет сбор и консервация ГСМ на территории бывшего аэродрома с целью предотвращения их разлива. Работа осложняется отсутствием оборудованной взлётно-посадочной полосы и причалов для судов, жилых помещений и постоянного водо- и электроснабжения [534].

#### *4.2.2.3. Особо охраняемые природные объекты Баренцева моря*

Баренцево море – одна из самых значительных, чистых и малозатронутых человеческой деятельностью морских экосистем. С учетом малой освоенности большинства побережий моря, пока сохраняются условия для разумного сочетания охраны биологического разнообразия и рационального использования природных ресурсов. Баренцево море включено экспертами WWF в число 238 ключевых экорегионов, которые особенно важны для сохранения биологического разнообразия Земли. В рамках проекта «Оценка и сохранение морского биологического разнообразия Баренцева моря» WWF выделил 22 участка Баренцева моря, которые обладают исключительной важностью для сохранения и устойчивого использования биологических ресурсов всего экорегиона [535].

Мурманское побережье. В пределах района располагается Баренцевоморская инспекция Кандалакшского государственного природного заповедника, в состав которой входят три архипелага. Айновы острова на Западном Мурмане включают 12,2 км<sup>2</sup> охраняемой поверхности, из которых 9 км<sup>2</sup> приходится на прилегающую акваторию. На Восточном Мурмане находятся Гавриловские острова, общей площадью 16 км<sup>2</sup>, из

которых 15 км<sup>2</sup> приходится на акваторию; и архипелаг Семь Островов общей площадью 107 км<sup>2</sup>, включающей 100 км<sup>2</sup> охраняемой акватории. Перечисленные участки отнесены к Списку Рамсарской конвенции, списку Ключевых орнитологических территорий. На о. Кильдин расположен памятник природы реликтовое озеро Могильное, его площадь составляет 0,17 км<sup>2</sup>. В рассматриваемом районе существует также примыкающий к Кольскому заливу Ноттинский заказник, имеющий статус рыбохозяйственного, общей площадью 158 км<sup>2</sup> [522; 523; 525].

Полуостров Канин и Чешская губа. На территории участка располагается «Шойнинский» природный заказник регионального значения. Его общая площадь 164 км<sup>2</sup>, большей частью материковый, с узкой береговой полосой. Имеет особое значение как место отдыха мигрирующих пискулек [522; 523; 525].

Западная часть Печорского моря. На территории участка располагаются три особо охраняемые природные территории [522; 523; 525].

- Заповедник «Ненецкий», общей площадью 3134 км<sup>2</sup>, включая 1819 км<sup>2</sup> водной поверхности (2-х км зона вокруг п-ова Русский Заворот и всех морских островов) отнесен к списку Ключевых орнитологических территорий.

- Заказник «Ненецкий» (включен в Список Рамсарской конвенции), является буферной зоной западнее Ненецкого заповедника, общей площадью 3600 км<sup>2</sup>, большей частью материковый с узкой прибрежной линией.

- Заказник «Нижнепечорский», образованный в дельте р. Печоры, общей площадью 1060 км<sup>2</sup>, большей частью материковый, включает внутреннюю часть Болванской губы.

Остров Колгуев имеет статус зоны ограниченной промышленной деятельности Ненецкого автономного округа. В пределах этой зоны всякая промышленная деятельность строго ограничена и требует особого разрешения администрации округа [522; 523; 525].

Восточная часть Печорского моря. Заповедник «Ненецкий», общей площадью 3134 км<sup>2</sup>, включая 1819 км<sup>2</sup> водной поверхности (2-х км зона вокруг п-ова Русский Заворот и всех морских островов) отнесен к списку Ключевых орнитологических территорий [522; 523; 525].

Заказник «Вайгачский», общей площадью 3330 км<sup>2</sup>, включая морскую акваторию шириной 3 км внесен в список Ключевых орнитологических территорий.

Высокоширотная Арктика. ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика» создано в 2010 г. В состав нового ООПТ вошли территории Национального парка «Русская Арктика» (созданного в 2009 г.); и государственный природный заказник федерального значения «Земля Франца-Иосифа» (созданного в 1994 г.). В задачи ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика», помимо сохранения природного, культурного,

исторического наследия российской Арктики, входит развитие экологического туризма, и задача очистки территории от накопленного в советский период мусора [522; 523; 525].

Территория *национального парка «Русская Арктика»* (на архипелаге Новая Земля) включает в себя северную часть о. Северный (с прилегающими мелкими островами), Большие и Малые Оранские острова, о. Лошкина, о. Гемскерк и ряд других островов. Площадь суши ФГБУ «Русская Арктика» составляет 632090 га, акватории – 793910 га. Административно территория входит в состав Архангельской области (муниципальное образование городской округ «Новая Земля»). Постоянно проживающего населения в «Русской Арктике» нет [536].

*Государственный природный заказник федерального значения «Земля Франца-Иосифа»* создан распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.04.1994 г. №571-р [520; 537]. Включает в себя всю территорию архипелага Земля Франца-Иосифа (1635300 га) и прилегающую акваторию Баренцева моря и Северного Ледовитого океана, общая площадь ООПТ составляет 4200000 га. Границы заказника:

северная – по параллели 82°30' с.ш.;

южная – по параллели 79°30' с.ш.;

западная – по меридиану 44°00' в.д.;

восточная – по меридиану 66°00' в.д.

Административно территория входит в состав Архангельской области. Заказник имеет профиль комплексного (ландшафтного), создан в целях сохранения ландшафтов арктических островов, в частности, мест размножения белого медведя, морских млекопитающих, мест массового гнездования птиц [520; 536].

Заказник находится в подчинении Минприроды России. Функции охраны заказника «Земля Франца-Иосифа», организацию работ по очистке территории и сохранению природного и культурного наследия в настоящее время осуществляет ФГБУ «Национальный парк «Русская Арктика» (Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16.08.2011 г. №679 г. Москва «Об утверждении Положения о государственном природном заказнике федерального значения "Земля Франца-Иосифа"») [538]. За исключением небольших участков, занятых погранзаствами и полярными станциями, территория относится к землям госземзапаса [520; 536; 539].

Архипелаг Земля Франца-Иосифа и прилегающая акватория играют исключительную роль в обеспечении воспроизводства и существования популяций многих арктических видов животных. Фауна млекопитающих архипелага и его акватории насчитывает 11 видов, принадлежащих к отрядам хищных и китообразных. При этом на островах полностью отсутствуют такие характерные травоядные тундровые виды, как

лемминги и северные олени. Здесь обитает пять видов, занесенных в Красную Книгу Российской Федерации и Международную Красную Книгу [520; 536; 539].

- На архипелаге размножается существенная часть российской и мировой популяций белой чайки, редкого аборигенного арктического вида; на островах известны самые крупные колонии этой чайки в Баренцевом море.

- Акватория в районе Земли Франца-Иосифа – ключевой район ареала шпицбергенской популяции гренландского кита, редчайшего морского млекопитающего Северной Атлантики. Земля Франца-Иосифа – район место их круглогодичного обитания.

- Акватория в районе Земли Франца-Иосифа – место наиболее частых встреч нарвалов в Российской Арктике.

- Земля Франца-Иосифа – важнейший район воспроизводства атлантического моржа, который, благодаря наличию стационарных полыней, обитает на архипелаге постоянно. Здесь сосредоточена значительная часть восточно-атлантической субпопуляции подвида. Север Баренцева моря населяет единая популяция моржей, и, благодаря расширенному воспроизводству сохранившейся на Земле Франца-Иосифа группировки моржей, происходит восстановление реколонизация моржами островов Шпицбергена.

- На островах архипелага находится очаг воспроизводства белого медведя карско-баренцевоморской популяции. В летнее время здесь наблюдается повышенная, по сравнению с другими районами, плотность белого медведя.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа играет важную роль для сохранения и поддержания орнитологического разнообразия Российской Арктики [520; 536; 539].

- На островах архипелага сосредоточена большая часть российской гнездовой популяции атлантического подвида глупыша и полярного подвида люрика.

- На архипелаге располагаются самые северные в мире гнездовые колонии толстоклювой кайры.

- На берегах архипелага находятся единственные в России места гнездования атлантического подвида черной казарки, основные места гнездования гренландского подвида обыкновенной гаги, места пребывания короткоклювого гуменника.

Помимо уникальной фауны, на островах архипелага имеется большое количество уникальных геологических, геоморфологических, палеонтологических, гидрологических объектов, практически все они расположены непосредственно на берегу либо вблизи него. Работа по формированию списка особо ценных природных объектов в составе заказника продолжается, в настоящий момент в список включены следующие объекты, перечисленные в таблице 4.3: колонии морских птиц, лежбища атлантического моржа, заприпайные полыньи, непромерзающие озера, геологические памятники, естественные

участки с развитым почвенно-растительным покровом и ряд других. Отдельно надо отметить обилие памятников истории исследования Арктики, связанных с именами Ф. Нансена, Г. Седова и многих других исследователей [520; 536; 539].

Таблица 4.3 – Список особо ценных геолого-геоморфологических природных объектов в составе заказника «Земля Франца-Иосифа» (список продолжает пополняться) [536].

№	Название	Краткое описание
	Геологические памятники	
1	Инtruзия габбро-диоритов на мысе Быстрова острова Джексона	Отпрепарированная инtruзия габбро-диоритов с эффектной формой в виде треугольного паруса или плавника акулы
2	Палеовулкан мыса Брайса, остров Циглера, район мыса Брайса	Отпрепарированный палеовулкан с покровами, потоками и подводящими каналами.
3	Мыс Фишера острова Солсбери	Инtruзия габбро-сиенитов, отвесные обрывы высотой 200 м.
4	Гора Кользат острова Грэм-Белл	Останец юрских песчаников и аргиллитов на краю выровненной песчаной пустыни, образовавшейся после разрушения триасово-юрских песчаных пород
5	Песчаники острова Чампа	Песчаники поздне триасового-раннеюрского возраста обладают причудливыми формами выветривания и гигантской шаровой отдельностью
6	Дайка Западная-Разбитая. Остров Хейса, мыс Близнецы	Политипный памятник регионального уровня значимости: петрографический (изверженные породы), геоморфологический (эрозионные формы рельефа)
7	Мыс Близнецы острова Хейса	Отпрепарированные останцы даек в виде высоких субпараллельных пластин, в центральной части – туфо-агломеративная трубка взрыва
8	Скала Фербэнкс острова Земля Вильчека	Останец поздне триасовых песчаников и алевролитов в виде пирамиды высотой около 200 м. У подножья – глыбы песчаников с отпечатками гигантских папоротников
9	Скала Форакен острова Земля Вильчека	Слоистые осадки позднего триаса, увенчанные мощными (до 50 м) горизонтальными инtruзиями габбро-долеритов. Выводные ледники с боковыми моренами.
10	«Дайки бухты Тихой»	Узел геологических памятников регионального значения. Скала Рубини- инtruзия базальтов с характерной веерообразной отдельностью. Дайка контрфорс Чюрлёниса – шлаково-агломеративная дайка.
11	Опорный разрез острова Бергхауз	Опорный разрез позднеюрских отложений мощностью ок. 300 м. Обилие фауны – аммониты, белемниты, костные остатки плезиозавров.
12	Долеритовая дайка мыса Тегетхоф, острова Галля	Политипный памятник регионального уровня значимости: петрографический (изверженные породы), геоморфологический (эрозионные формы рельефа), стратиграфический (опорный разрез раннеюрских отложений в северной части). Отпрепарированные некки, дайки высотой до 200 м
13	Мыс Флора острова Нортбрука	Политипный памятник регионального уровня значимости: стратиграфический (опорный разрез мезозоя от нижней юры до нижнего мела), петрографический (магматические породы), историко-геологический (памятнику истории геологии).

## 4.3 КАРСКОЕ МОРЕ

4.3.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ КАРСКОГО МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

### 4.3.1.1 Географическое положение

Границы моря закреплены постановлением ЦИК СССР от 27 июня 1935 г. [3].  
Контур моря очерчен сушей и условными линиями:

Западная граница проходит от м. Кользат (арх. Земля Франца-Иосифа) до м. Желания (арх. Новая Земля), далее по восточным берегам архипелага, по западной границе пролива Карские Ворота от м. Кусов Нос (арх. Новая Земля) до м. Рогатый (о. Вайгач), далее по восточному берегу острова, по западной границе пролива Югорский Шар к материку.

Северная граница от м. Кользат (арх. Земля Франца-Иосифа) до м. Арктический на о. Комсомолец (арх. Северная Земля).

Восточная граница моря проходит по западному берегу островов архипелага Северная Земля и восточным границам проливов Красной Армии, Шокальского и Вилькицкого.

Южная граница – по материковому берегу.

В этих пределах море занимает пространство между параллелями  $81^{\circ}6'$  и  $66^{\circ}0'$  с.ш. и между меридианами  $55^{\circ}2'$  и  $104^{\circ}1'$  в.д.

Карское море широко открыто к Северному Ледовитому океану и большей частью лежит на материковой отмели, относится к типу материковых окраинных морей. Это одно из самых крупных морей России. Его площадь равна 883 тыс. км<sup>2</sup>, объем 98 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина 111 м, наибольшая глубина 600 м [3; 540].

В Карском море множество островов. Большинство из них имеет небольшие размеры и расположено вдоль материка, при этом более крупные острова расположены по одному, а мелкие группируются в архипелаги. Наиболее значительные острова: Белый, Шокальского, Вилькицкого, Неупокоева, Сибирякова, Диксон, Свердруп, Нансена, Русский и др. Группами располагаются острова Арктического института, Известий ЦИК, Сергея Кирова, архипелаг Норденшельда, Шхеры Минина. Несколько сравнительно крупных островов (Шмидта, Ушакова, Визе) находятся на севере моря [3; 540].

#### 4.3.1.2 Основные характеристики Карского моря

Геологическое строение, рельеф дна. Карское море мелководное, с очень неровным дном, что видно на рисунке 4.28. Около 40% площади дна имеют глубины менее 50 м, 64% – менее 100 м. Мелководны прилегающие к материка южная и восточная части. Здесь дно моря пересекают многочисленные небольшие углубления, разделенные порогами различной высоты, в целом глубины увеличиваются от материка к северу. Желоба Святой Анны с максимальной глубиной в 620 м и Воронина с глубиной до 420 м прорезают шельф с севера на юг и выходят за пределы моря в океан. Восточно-Новоземельский жёлоб с глубинами 200-400 м притягивается вдоль восточных берегов Новой Земли. Мелководное (до 50 м) Центральное Карское плато расположено между желобами. Дно мелководий и возвышенностей покрыто песками и песчанистым илом. Желоба и котловины покрыты серыми, синими и коричневыми илами. На дне центральной части моря встречаются железо-марганцевые конкреции [3; 505; 540].

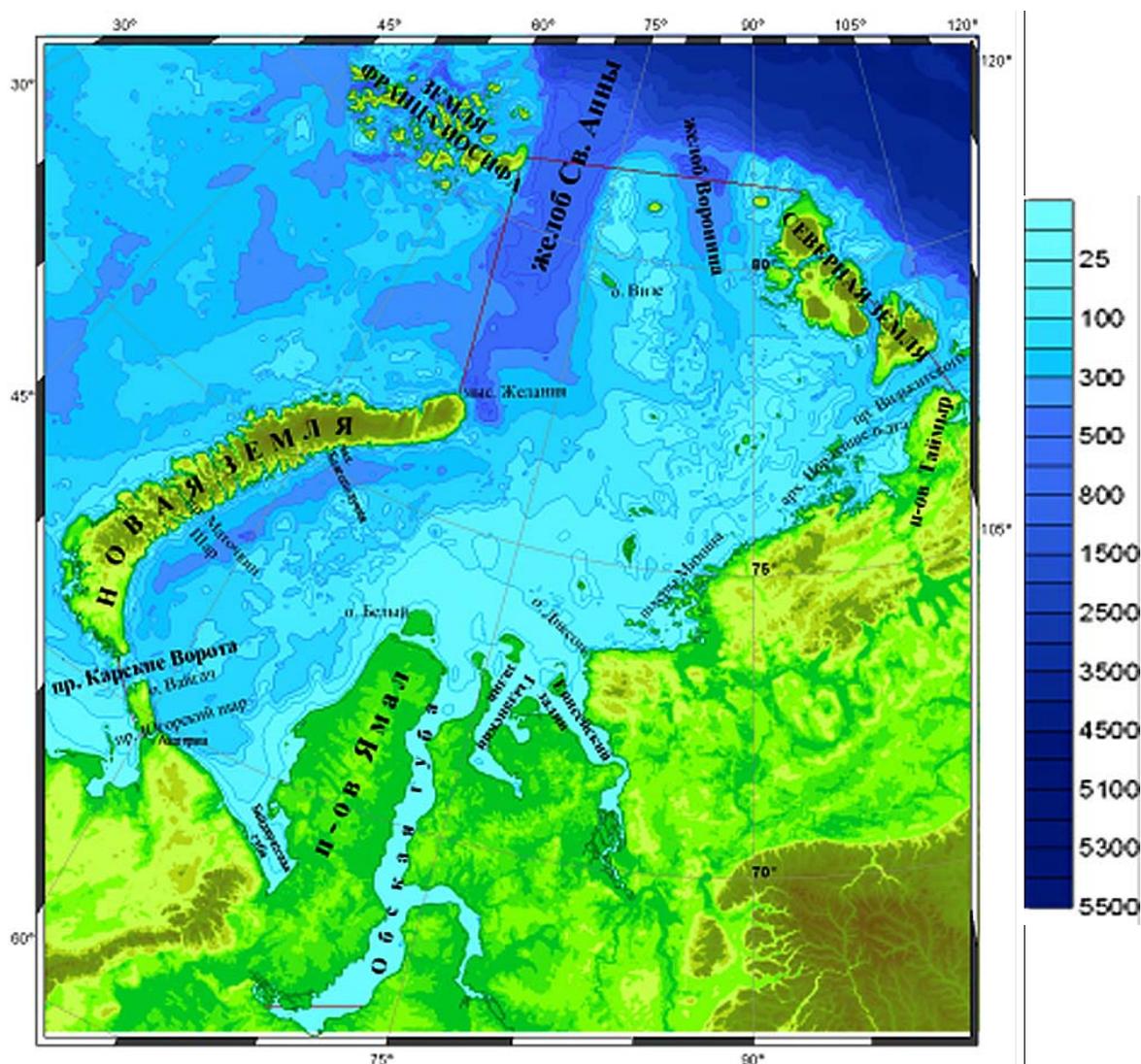


Рисунок 4.28 – Рельеф дна Карского моря [540]

Береговая линия Карского моря очень сложна. Восточные берега арх. Новая Земля изрезаны многочисленными фьордами. Чрезвычайно расчленено материковое побережье, где глубоко в сушу вдаются Байдарацкая и Обская губы, между которыми далеко в море выступает полуостров Ямал. Восточное Гыданского полуострова расположены крупные заливы: Гыданский, Енисейский, Пясинский, начиная от которого береговая линия очерчивает много небольших заливов. Чрезвычайно изрезано западное побережье п-ова Таймыр, что видно на рисунке 4.29. Менее извилисто западное побережье островов арх. Северная Земля – о. Большевик, о. Октябрьской Революции, о. Комсомолец [3; 540].



Рисунок 4.29 – Карское море. Западное побережье п-ова Таймыр (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

*Климат.* Расположенное в высоких широтах Арктики и непосредственно связанное с Северным Ледовитым океаном Карское море характеризуется полярным морским климатом. Относительная близость Атлантического океана несколько смягчает климат моря, но Новая Земля служит барьером на пути теплого атлантического воздуха и вод, поэтому Карское море климатически более сурово, чем Баренцево. Большая протяженность Карского моря с юго-запада на северо-восток создает заметные различия климатических показателей в его разных районах во все сезоны года [3].

Влияние основных центров действия атмосферы во многом определяют состояние погоды и величины метеорологических элементов в течение года. В осенне-зимнее время формируется и устанавливается Сибирский антициклон, усиливается Полярный максимум и на море распространяется действие ложбины Исландского минимума. Зимняя барическая ситуация обуславливает преобладание в большей части моря южных, юго-западных и юго-восточных ветров. Лишь на северо-востоке часто наблюдаются ветры северных румбов. Скорость ветра в среднем равна 7-8 м/с, нередко она достигает штормовой силы. Наибольшее количество штормов приходится на западную часть моря. У берегов Новой Земли нередко образуется местный ураганный ветер – новоземельская бора. Обычно он продолжается несколько часов, но зимой может длиться 2-3 сут. Ветры южных направлений зимой приносят в Карское море сильно охлажденный над материком континентальный воздух. Среднемесячная температура воздуха в марте на м. Челюскина равна  $-28,6^{\circ}$ , на м. Желания  $-20^{\circ}$ , а минимальные величины температуры воздуха в море могут достигнуть  $-45...-50^{\circ}$  [3].

Летом над морем формируется местная область повышенного давления, что приводит к преобладанию ветров северных румбов со скоростями 4-5 м/с. В самом теплом месяце (июле) температура воздуха в среднем равна  $+5-6^{\circ}$  в западной части моря и  $+1-2^{\circ}$  на востоке и северо-востоке. В отдельных районах материкового побережья температура воздуха может повышаться до  $+20^{\circ}$ . В любой летний месяц может быть снегопад. В целом лето короткое и холодное с пасмурной дождливой погодой. Сильное зимнее охлаждение и слабый летний прогрев, неустойчивая погода в холодный сезон и относительно спокойное состояние атмосферы летом – характерные черты климата Карского моря [3].

Общая циркуляция вод. Влияние главных образующих факторов (климатические особенности, поступление вод из Северного Ледовитого и Атлантического океанов, большой речной сток) обуславливает неоднородность вод Карского моря. Циркуляция поверхностных вод моря имеет сложный характер. Основное место в гидрологической структуре вод Карского моря занимают поверхностные арктические воды и их разновидность, сформированная при смешении с пресными материковыми водами. Движение поверхностных и глубинных вод Карского моря создает в нем относительно устойчивую систему течений, связанную с циркуляцией вод Арктического бассейна, водообменом с соседними морями и речным стоком. Последний не столько возбуждает течения, сколько поддерживает их устойчивость. Вблизи устьев рек в теплые сезоны речные воды интенсивно смешиваются с холодной и соленой поверхностной арктической водой. В результате этого здесь формируется своеобразная вода с повышенной температурой, низкой соленостью и соответственно с малой плотностью. Она растекается

по поверхности более плотных арктических вод, на границе с которыми (горизонты 5-7 м) создаются большие градиенты солёности и плотности. Опресненные поверхностные воды иногда распространяются на значительные расстояния от мест формирования [3; 541].

Для Карского моря, как видно на рисунке 4.30, характерны циклонический круговорот в западной части и разнонаправленные потоки в южных, центральных и северных районах. Западное кольцо течений образуют частично баренцевоморские воды, поступающие сюда через южные Новоземельские проливы и движущиеся к Ямалу и далее на север вдоль его западного берега. У северной оконечности полуострова это Ямальское течение усиливается Обь-Енисейским, а еще севернее оно дает ответвление к Новой Земле. Здесь этот поток поворачивает на юг и в виде Восточно-Новоземельского течения движется вдоль берегов Новой Земли, к югу от которой оно сливается с баренцевоморскими водами, входящими в Карское море через упомянутые проливы, тем самым замыкается циклонический круговорот. В южных районах моря, возле Оби и Енисея, кроме Обь-Енисейского начинается и Западно-Таймырское течение, воды которого преимущественно выносятся в пролив Вилькицкого, а частично распространяются вдоль западного побережья Северной Земли к северу. В центральной части моря прослеживается течение Святой Анны, направленное к северу и уходящее за пределы Карского моря [3; 540; 541].

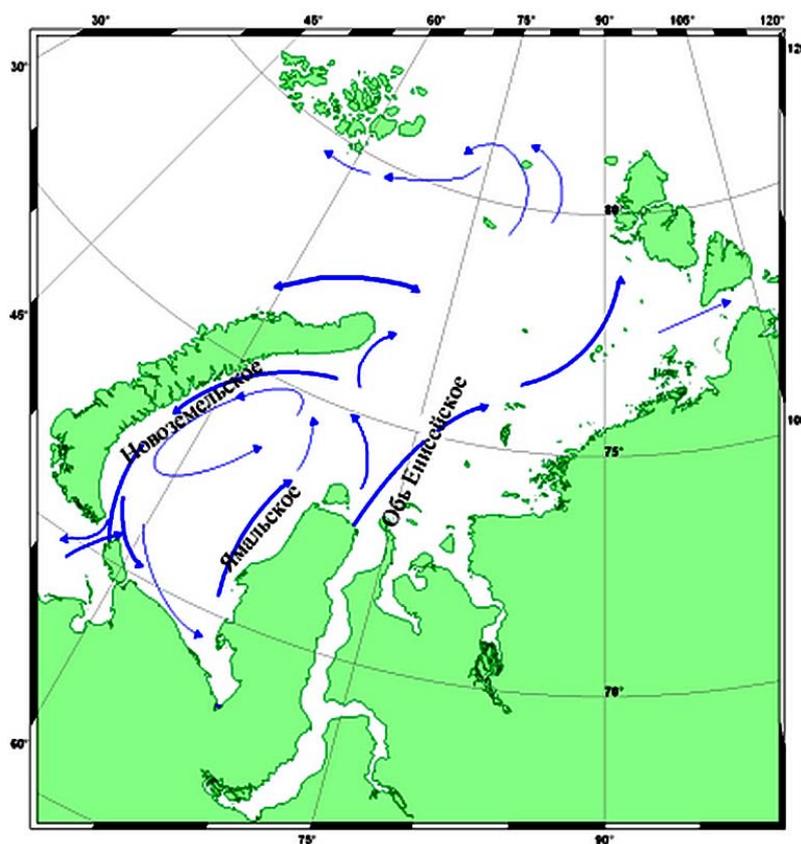


Рисунок 4.30 – Схема постоянных течений в поверхностном слое Карского моря [541]

Скорости постоянных течений 5-15 см/с, если же они совпадают по направлению с ветровыми течениями, то их скорости увеличиваются до 70-90 см/с. В зависимости от типа атмосферной циркуляции система течений может испытывать значительные изменения. Циклонические круговороты вод могут либо сокращаться, либо расширяться, а потоки баренцевоморских вод у м. Желания менять направление на обратное [3; 540].

Речной сток. На долю Карского моря приходится в среднем около 55% (1290 км<sup>3</sup>/год) общего стока во все моря сибирской Арктики, причём 80% от этого количества с июня по октябрь; зимой сохраняется сток только крупнейших рек. Енисей приносит приблизительно половину общего стока — 600 км<sup>3</sup> за год, Обь 450 км<sup>3</sup>, Пур и Таз вместе 86 км<sup>3</sup>, Пясины 80 км<sup>3</sup>, все остальные реки около 74 км<sup>3</sup>. 40% моря находится под сильным влиянием речного стока. Приносимое им тепло несколько повышает температуру воды на поверхности в приустьевых участках, что способствует взлому припая весной и несколько замедляет льдообразование осенью, речные воды уменьшают солёность морских вод; механически речной сток воздействует на режим течений [3; 505, 2].

Солёность. Свободное сообщение с океаном, большой материковый сток, образование и таяние льда определяют величины и распределение солёности в Карском море. Максимальная солёность у поверхности в северной части моря до 33-34‰, к югу солёность снижается и изменчива в очень широких пределах (до 3-5‰) в результате влияния речного стока. Распределение по глубине также неравномерно: от 10-20‰ на поверхности до 30‰ на горизонте 15 м и 34-35‰ у самого дна. Среди плавающих льдов солёность на поверхности на 7-8‰ меньше, чем на участках, свободных ото льда [3].

Гидротермические условия. Расположенное в высоких широтах и в течение года сплошь или в значительной части покрытое льдом Карское море прогревается очень слабо, что обуславливает невысокую температуру его вод. На поверхности температура понижается с юго-запада на северо-восток. В осенне-зимний сезон поверхность моря интенсивно выхолаживается и на открытых пространствах температура воды быстро понижается. Зимой в подледном слое она повсеместно близка к температуре замерзания воды данной солёности (-1,5...-1,9°). В летний период распределение температуры воды на поверхности моря определяется ледовыми условиями, стоком речных вод и водообменом с соседними водоемами. Поэтому на севере в зоне дрейфующих льдов температура воды лишь немного выше точки замерзания. На открытой поверхности моря вода прогревается до 2°С на севере и до 6°С на юго-западе. При этом в северной и восточной частях моря прогрев распространяется на глубину 10-15 м, на юго-западе — до 60-70 м. Выше нуля устанавливается температура воды на мелководьях юго-западной части моря. На востоке температура воды от высоких значений (1,7°С) на поверхности

понижается с глубиной и на горизонте 10 м достигает величины  $-1.2^{\circ}\text{C}$ , а у дна  $-1.5^{\circ}\text{C}$ . В прибрежных районах, находящихся под влиянием речного стока Енисея, Оби и др., температура поверхностных вод в теплые годы может достигать летом  $8-10^{\circ}\text{C}$  и больше. В юго-западной части моря при усилении притока теплых вод из Баренцева моря температура воды может достигать  $8^{\circ}\text{C}$ , на широте Маточкина Шара, где влияние баренцевоморских вод ослаблено, температура воды понижается до  $3-4^{\circ}\text{C}$ . Северо-восточная часть моря, находящаяся под влиянием Арктического бассейна, характеризуется более низкими температурами воды, редко превышающими  $0^{\circ}\text{C}$  [3].

Приливы и уровень моря. Приливы в Карском море полусуточные, или имеют смешанный характер. Одна приливная волна входит сюда из Баренцева моря и распространяется к югу вдоль восточного побережья Новой Земли, другая из Северного Ледовитого океана и идет на юг у западных берегов Северной Земли. Севернее о. Уединения они соединяются. При подходе к берегам волны отражаются от них, интерферируют и изменяют свою величину. В холодный период большое влияние на приливы оказывает морской лёд – величина прилива уменьшается, распространение приливной волны идёт с запозданием. Скорость приливных течений достигает значительных величин, например, у о. Белый, в Карских Воротах, у западного берега Таймыра она доходит до  $150\text{ см/с}$ , что значительно превышает скорости постоянных течений в Карском море. Приливные изменения уровня сравнительно невелики. По всем пунктам побережья они равны в среднем  $0,5-0,8\text{ м}$ , но в Обской губе превышают  $1\text{ м}$ . Нередко их затушевывают сгонно-нагонные колебания уровня, которые на материковом берегу моря больше  $1\text{ м}$ , а в глубине заливов и губ в безледные сезоны доходят до  $2\text{ м}$  и больше. В годовом цикле повышения и понижения уровня (размах от  $10$  до  $50\text{ см}$ ) проявляются также сезонные изменения распределения атмосферного давления над морем и соответствующих полей ветра [3; 540].

Волнение. Частые и сильные ветры развивают значительное волнение в Карском море. Поскольку размеры волн ограничены ледовитостью моря, наиболее сильное волнение наблюдается в малоледовитые годы в конце лета – начале осени [3]. Самую большую повторяемость имеют волны высотой  $1,5-2,5\text{ м}$ , реже наблюдаются волны  $3\text{ м}$  и более, максимальная высота волны около  $8\text{ м}$ . Чаще всего сильное волнение развивается в юго-западной и северо-западной (чаще свободных от льдов) частях моря. Центральные мелководные районы моря отличаются более слабым развитием волн. Во время штормов здесь образуются короткие и крутые волны. На севере моря волнение гасится льдом.

Ледовый режим. Суровый климат высокоширотного Карского моря обуславливает его полное замерзание в осенне-зимнее время и круглогодичное существование льда в нем. Ледообразование начинается в сентябре в северных районах моря и в октябре на юге. С октября по май почти все море покрыто льдами разного вида и возраста. Прибрежную зону занимает припай. Он развит неравномерно. В северо-восточной части моря неподвижный лед образует непрерывную полосу, тянущуюся от о. Белый к архипелагу Норденшельда и оттуда к Северной Земле [3]. В летнее время эта полоса припая взламывается и распадается на отдельные поля, которые сохраняются длительное время в виде Североземельского ледяного массива. Североземельский массив большую часть летнего периода блокирует западные подходы к Североземельскому архипелагу и к проливу Вилькицкого, и в среднем до 20-25% массива сохраняются до начала ледообразования. В юго-западной части моря припай занимает небольшие площади.

Мористее неподвижного льда располагается зона чистой воды или молодых льдов. Это район заприпайных полыней. В юго-западной части моря располагаются Амдерминская и Ямальская полыньи, а на юге центральной части моря – Обь-Енисейская. В открытых районах моря распространены дрейфующие льды, среди которых преобладают однолетние местного происхождения. Их максимальная толщина (в мае) 1,5-2,0 м. В море преобладает выносной дрейф, в процессе которого льды выносятся на север. На юго-западе располагается Новоземельский ледяной массив, который в 80% случаев в течение лета растаивает на месте. В начале летнего периода Новоземельский массив часто блокирует пролив Карские Ворота. В северных районах лед сохраняется постоянно. Сюда спускаются отроги океанических ледяных массивов [3].

Припай начинает разрушаться раньше всего в Амдерминском районе, где он в 80% случаев окончательно разрушается в течение июня. В середине июля взламывается припай вдоль Ямальского побережья и в Обь-Енисейском районе. К концу июля половина юго-западной части моря очищается ото льда, в конце августа - начале сентября в 80% случаев этот район полностью освобождается ото льда. В прибрежных районах таяние льда происходит более интенсивно, чем в мористых районах. Таяние льда и очищение северо-восточной части моря происходит медленнее. Взлом припая в среднем начинается в начале июня со стороны его кромки. Основная площадь припая взламывается в течение июля, и к началу августа припай сохраняется только в узкой прибрежной зоне между шхерами Минина и южной частью архипелага Норденшельда. К концу периода таяния (в сентябре) в среднем около половины района остается занятой остаточными льдами. Очищение моря наиболее интенсивно происходит в июле и августе [3].

Гидрохимические условия. Широкое сообщение с океаном, образование и таяние льда, большой речной сток сказываются на гидрохимических условиях, в частности на содержании и распределении кислорода и биогенных веществ в море. В начале лета и осенью в его северной части верхний слой, как правило, пересыщен кислородом. Во время летнего прогрева отмечается значительное уменьшение содержания кислорода. Юго-восточная часть моря характеризуется относительно низким содержанием кислорода на поверхности. Оно меняется здесь в пределах 80-90% от насыщения. Понижение содержания кислорода происходит и вследствие притока речных вод. Распределение биогенных веществ характеризуется понижением их с юга на север. Летом верхний слой толщиной 25-30 м обычно обеднен фосфатами и нитратами в связи с потреблением их фитопланктоном. Ниже содержание этих элементов несколько-повышается. Присутствие льдов не отражается на содержании фосфатов, но заметно сказывается на количестве нитратов в воде. Минимум их наблюдается в разреженных льдах, максимум – на чистой воде. Объясняется это тем, что нитраты извлекаются из воды фитопланктоном, которого больше всего у кромки льдов и мало вдали от нее [3].

#### 4.3.1.3 Характеристика берегов Карского моря

Протяженность береговой черты Карского моря – 9790 км, из них материковая – 6025 км, островная – 3765 км. Абразионные и аккумулятивные берега развиты примерно одинаково, при небольшом преобладании абразионных (большой частью термоабразионных) берегов, что видно из таблицы 4.4 и на рисунке 4.31.

Таблица 4.4 – Соотношение типов берегов Карского моря (%)

Типы берегов	Материковое побережье	Острова	Всего
неизмененные или слабо измененные морем берега	16,3	35,0	23,5
абразионные в целом, в т.ч.:	24,8	32,4	27,7
абразионные	4,3	8,6	5,9
термоабразионные	19,3	19,3	19,3
абразионно-денудационные	-	1,7	0,7
абразионные с отмершим клифом	1,2	2,8	1,8
абразионно-аккумулятивные	23	11,7	19,3
аккумулятивные:	25,4	20,9	23,6
пляжевые	10,5	14,9	12,2
лагунные	3,2	6,0	4,3
нагонные (осушенные)	11,7	-	7,2
дельтовые	10,5	-	6,4



**А** — Берега, сформированные тектоническими, субэвразальными эрозионными и ледниковыми экзарационно-аккумулятивными процессами и мало изменённые волнами моря

**I** — Ингрессионные берега (с узкими заливами)

- Фиордовые (1)
- Фиардовые (2)
- Шхерные (3)
- Эстуаривые (4)

**II** — Первично-ровные

- Сбросовые (5)

**Б** — Берега, формирующиеся под воздействием неволновых процессов

**III** — Потамогенные

- Дельтовые (6)

**IV** — С приливными осушками (илистыми и песчаными)

- Илистые (7)

**V** — Термоабразионные

- Термоабразионные (8)
- Ледяные (9)

**VI** — Денудационные

- Денудационные (10)
- Солифлюкционные (11)
- Осыпные (12)

**В** — Берега, формирующиеся под воздействием волновых процессов

**VII** — Выравнивающиеся

- Бухтовые (13)
- Аккумулятивно-бухтовые (14)

**VIII** — Выровненные

- Абразионные (15)
- Абразионно-аккумулятивные (16)
- Аккумулятивные (плешевые) (16a)
- Лагунные (17)
- С клифом и террасой (18)
- Аккумулятивные с размывом, с песчаным или песчано-галечным пляжем (18a)

**IX** — Вторично расчленённые

- Абразионно-аккумулятивно-бухтовые (19)

**А, Б, В** — типы морского берега;

**I – IX** (римские цифры) — подтипы расчленения берегов

**1 – 19** (арабские цифры) — основные причины, обусловившие исходное расчленение береговой линии

Рисунок 4.31 – Морфологические типы берегов Карского моря [509]

Термоабразионные берега широко развиты на материковом побережье южной части Карского моря, где береговые уступы сложены льдистыми осадочными породами (в Байдарацкой, Обской, Гыданской и др. губах). Высота термоабразионных уступов в среднем составляет 8-10 м. Скорость их размыва достигает 3-5 м/год. Например, отступление берегового уступа высотой 8-12 м у п. Харасавэй (западный берег п-ова Ямал) идет со скоростью 5 м/год. Несколько менее активно отступают абразионные берега, выработанные в более прочных осадочных породах. В районе Диксона скорость размыва берега не превышает 1,8-2,0 м/год [505].

Аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные берега широко развиты в губах и на открытом побережье. Нередко они подвергаются интенсивному волновому размыву.

Большую роль в Карском море играют неизменные и слабо измененные морем берега, сложенные прочными кристаллическими и метаморфическими породами. Такие берега типичны для восточного побережья о. Новая Земля, п-ова Таймыр, где докембрийские складчатые сооружения подступают непосредственно к морю. Очертания и облик берега во многом определен наличием тектонических разломов и плейстоценовой ледниковой экзарацией, с которыми связано развитие устойчивых шхерных и фьордовых берегов. Скорость размыва таких берегов не превышает 0,02 м/год. Наиболее протяженными участками неизменных морем берегов являются «шхеры Минина» и «берег Харитона Лаптева» [505].

#### *4.3.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья*

К востоку от Урала до Енисея располагается Западно-Сибирская низменность. Её основой является Западно-Сибирская плита, северная часть которой занята водами Карского моря [505]. Наиболее развиты здесь позднемиоценовые и палеогеновые морские отложения, иногда вскрывающиеся в разрезах Гыданского и южной части Тазовского п-овов. Практически вся территория Западно-Сибирской низменности покрыта толщей рыхлых четвертичных отложений мощностью до 200 м. Характерно двухъярусное строение разреза. Мощная глинистая толща морских отложений, обычно засоленная, перекрыта преимущественно песчаными, сравнительно маломощными континентальными песками и супесями. Значительные площади занимают торфяники мощностью до 5-6 м.

В Карское море вдаются крупные полуострова: Ямал (максимальная высота 202 м), Гыданский (200 м) и Тазовский (97 м), разделённые Обской и Тазовской губами. Большая часть этой территории – низменные террасированные морские, лагунно-морские и озёрно-аллювиальные равнины с большим количеством термокарстовых озёр. Характерны

мощные (до 40 м) залежи пластовых подземных льдов на Ямале и Гыдане, занимающие большие площади. Низменные острова Белый (представленный на рисунке 4.32), Шокальского, Олений, Вилькицкого, Сибирикова сложены мел-четвертичными отложениями и заняты арктическим тундрами. Южнее преобладают типичные и южные тундры [505; 542; 543].



Рисунок 4.32 – Остров Белый и прилегающее побережье Карского моря (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

Гыданский полуостров и прилегающие острова представляют собой равнину с мягким увалистым рельефом, сложенную четвертичными аллювиальными и морскими отложениями, изобилующую озерами и реками. Абсолютная высота увалов обычно не превышает 50-60 м, максимальная (161 м) находится в пределах Гыданской гряды. В юго-западной части полуострова Явай находится северная оконечность Юрибейской гряды высотой до 90 м. На равнине выделяются следующие высотные уровни: плоско-волнистая абразионно-аккумулятивная терраса высотой 50-60 м; плоские заболоченные, с обилием озер лагунно-лайдовые (аллювиально-морские) террасы высотой 10-45 м, а также надпойменные террасы; плоские заболоченные, с обилием озер лайды и поймы.

Поверхности междуречий сложены морскими осадками, преимущественно песками, суглинками и глинами с многочисленными ледяными жилами. Обширные лайды и лагунно-морские террасы высотой до 10 м сложены мощными толщами аллювиальных отложений голоценового возраста. В многочисленных заболоченных котловинах интенсивно накапливается торф. На плоских увлажненных участках образуется полигональный рельеф [505; 542; 543].

Острова Карского моря вблизи Гыданского полуострова представляют собой аккумулятивные равнины небольшой высоты. Предполагается, что эти острова – остатки озерно-аллювиальной равнины, существовавшей в конце позднего плейстоцена и в настоящее время разрушенной морем. Плоские о-ва Шокальского (максимальная высота 10,1 м) и Олений (13,1 м), морфологически очень сходны с полуостровом Явай; практически вся их территория – это морская терраса высотой 4-7 м. В центральной части находится множество холмов и гряд, разделенных крупными озерами сложных очертаний. Они окаймляются полосой плоских равнин с многочисленными мелкими озерами и хасыряями (спущенными озерными котловинами) [542; 543].

Енисейский залив отделяет Гыданский п-ов от Таймыра, Западно-Сибирскую молодую плиту от древней Сибирской платформы. Для западного побережья Таймыра (от устья Енисея до Ефремова Камня) характерны песчано-глинистые отложения морского и ледникового происхождения. За Енисеем низменные заболоченные равнины Западной Сибири сменяются базальтовыми трапповыми плато Среднесибирского плоскогорья (средние высоты 400-700 м). В его северо-западной части находится плато Путорана (1701 м – г. Камень). С севера платформа ограничена широкой Пясино-Хатангской впадиной, отделяющей её от Таймыро-Североземельской складчатой области. Под маломощными четвертичными отложениями лежат мезозойские морские осадки.

С севера Северо-Сибирская (Таймырская) низменность ограничена нагорьем Бырранга, занимающим большую часть п-ова Таймыр. Эта самая северная часть Евразии и расположенный между Карским морем и морем Лаптевых архипелаг Северная Земля находятся в пределах Таймыро-Североземельской складчатой области [505].

На побережье Карского моря в пределах Карского поднятия распространены докембрийские метаморфические породы и разновозрастные массивы гранитоидов Архейские и протерозойские гнейсы, сланцы, туффиты, песчаики и конгломераты распространены на участке побережья от архипелага Норденшельда до шхер Минина. Их перекрывает комплекс морских кембрийско-раннепермских известняков, сланцев и угленосные лагунно-континентальные и континентальные отложения перми. Развиты также мощные (до 5 км) рифейские терригенно-карбонатные породы, а на полуострове

Челюскин – комплекс флишоидных и карбонатных отложений рифея-кембрия. На п-ове Челюскин значительное распространение имеют морские раннемеловые осадки [505].

У побережья северо-западной части Таймыра находятся скопления небольших скалистых островков, многие из которых представляют собой глыбовые россыпи. Это шхеры Минина и архипелаг Норденшельда. Среди низменных морских равнин п-ова Челюскин выделяются изолированные скалистые массивы – плато Лодочникова (339 м), г. Аструпа (315 м) и др. Сам мыс образован грядой тёмных сланцев [505].

Архипелаг Северная Земля и другие о-ва. Северо-Земельская складчатая зона сложена терригенно-карбонатными и вулканогенными породами. На о. Большевик преобладают песчаниково-аргиллитовые породы, вмещающие массивы гранитоидов. Широко развиты морские раннемеловые осадки. Четвертичный комплекс представлен маломощными морскими отложениями. От таймырского побережья Северная Земля отделена проливом Вилькицкого. Она состоит из четырёх крупных островов – Комсомолец (781 м), Пионер (385 м), Октябрьской Революции (963 м), Большевик (874 м), ледникового купола о. Шмидта (325 м), низменных островов Старокадомского (41 м), Малый Таймыр (30 м) и Крупской (41 м), а также совсем небольших архипелага Седова, островов Краснофлотских, Самойловича, Демьяна Бедного и др. Около 50% площади архипелага занято ледниковыми куполами. На крупных островах имеются ледники, на одном из которых (ледник Карпинского на о. Октябрьской Революции) находится высшая точка архипелага – 963 м. Острова разделены глубокими проливами тектонического происхождения [505].

На шельфе Карского моря находится множество островов и архипелагов [505]: ледниковый купол о. Ушакова (294 м), низменные песчаные о. Визе (22 м). Воронина (17 м). Уединения (27 м), Сергея Кирова (57 м), Арктического Института (25 м), Свердруп (33 м), скалистые архипелаги Известий ЦИК (42 м), Гейберга (70 м), Мона (55 м) и др.

На островах юго-восточной части Карского моря породы нижнего и среднего протерозоя представлены сланцами, песчаниками, алевролитами, а также интрузивными гранитами и гранодиоритами. Широко распространены голоценовые морские песчано-галечные отложения с валунами и морскими раковинами, слагающие террасы высотой 7-10 и 2-4 м [505].

#### *4.3.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий*

Суровый климат, холодная вода и мощный ледовый покров ограничили развитие жизни в Карском море. Видовой состав животного мира здесь почти в два раза беднее, чем в соседнем Баренцевом море.

Флора представлена несколькими видами донных водорослей – бурые водоросли (некоторые виды фукусов), красные водоросли (родименя, одонталия, порфира), зеленые водоросли (ульва или морской салат). В воде развиваются одноклеточные водоросли и фитопланктон, а также зоопланктон, служащий основной пищей немногочисленным здесь китообразным.

Достаточно богато представлена фауна беспозвоночных и рыб, среди которых много полупроходных (горбуша, кета, чавыча, нерка, омуль, муксун, нельма, голец, навага, камбала). Лососевые и сиговые нагуливаются в море, а нерестятся в реках. При этом они держатся вблизи устьев рек, не продвигаясь далеко на север. Как и в других северных морях, здесь мелких рыб – европейская корюшка, мойва, подкаменщики из семейства рогатковых, липарисы, морские лисички и другие рыбы. Всего в Карском море обитает 54 вида рыб. Однако, промысловое значение в Карском море имеют лишь омуль, муксун и ряпушка (сиговые), корюшка (корюшковые), навага, сайда (тресковые) и нельма (лососевые). Рыбные промыслы, как правило, артельного типа, организованы только в бухтах, заливах и низовьях рек, где нет мощного ледяного покрова [505].

Из морских млекопитающих здесь обитают нерпа, морж, морской заяц, белуха. Китообразные представлены и более крупными животными – полосатиковыми китами, которых здесь 5 видов (финвал, сейвал, синий, малый, горбатый киты). Очень редко из Баренцева моря сюда заплывают и гренландские киты, принадлежащие семейству гладких китов и хищные киты касатки.

В Карском море добывают моржей, но только для нужд местного населения, так как моржи с 1956 г. взяты под охрану государства.

На островах гнездится много птиц (преобладают кайры, гагарки, люрики), образующих птичьи базары. Из наземных животных берега материка и острова посещают белый медведь и песец, для которых море – важный источник корма.

Среди всех побережий Карского моря наиболее хорошо изучены биологические сообщества на территориях ООПТ, каждая из которых представляет наиболее типичные для определенного региона экосистемы. Характеристика ООПТ приведена в разделе 4.3.2.3 настоящего тома.

## 4.3.2 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ КАРСКОГО МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

### 4.3.2.1 *Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие*

Побережье Карского моря входит в состав Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Долгано-Ненецкого (Таймырского) автономных округов. Основными городскими поселениями являются Лабытнанги, Салехард, Надым, Новый Уренгой, Ноябрьск, Игарка, Усть-Порт, Дудинка и город краевого подчинения – Норильск. На побережье ранее самым крупным населённым была Амдерма. После вывода авиаполка, ликвидации мерзлотной лаборатории, передачи Амдерминского управления по гидрометеорологии в состав Северного управления (Архангельск) в посёлке осталось всего около 600 чел. [505].

Главной опорой хозяйства первых двух автономных округов являются предприятия по добыче нефти и газа. Освоение газовых и нефтегазовых месторождений Ямала ведется уже более 40 лет. Во второй половине 70-х годов XX в. осваивался Харасавэй. В конце 1980-х годов были построены промбазы на уникальном Бованенковском ГКМ, посёлок Ямальск близ Нового порта, перевалочная база на Сабетте, поселки компрессорных станций у начала и конца подводного перехода проектируемого газопровода через Байдарацкую губу и др. В это же время началось строительство железной дороги Обская – Бованенково. Ямбург соединен с Новым Уренгоем автомобильной и железной дорогами. В 2002 г. завершилось строительство автодороги с «материка» на Новый Уренгой. В настоящее время строятся автодороги Новый Уренгой – Тазовское и Надым – Салехард. Разведка и обустройство газовых месторождений Ямала (Бованенковское, Арктическое, Крузенштерновское и т.д.) продолжаются [505].

На Ямальском, Гыданском и Тазовском полуостровах ландшафт обширных участков тундры практически уничтожен в процессе хозяйственной деятельности. Максимальное изменение испытали участки вблизи "кустов" скважин. Эта территория сильно загрязнена нефтепродуктами, буровыми растворами, металлоломом, строительными материалами, растительный покров на них полностью уничтожен. Здесь активно развиваются термоэрозия, термокарст, оползни-сплывы, солифлюкция, дефляция.

Важнейшим промышленным предприятием региона является РАО «Норильский никель». Здесь производится до 40% мирового никеля и до 70% палладия [505]. Ядовитые стоки и выбросы Норильского комбината представляют главную опасность для природы восточной части Карского моря. Донные осадки оз. Пясины загрязнены токсичными веществами, которые по реке достигают Карского моря. Кислотные осадки Норильского

комбината переносятся вплоть до северной части Анабаро-Оленекского междуречья.

Поиски и разведка месторождений различных полезных ископаемых продолжаются на п-ове Челюскин, в шхерах Минина, в среднем течении р. Пясины. Разрабатываются россыпные месторождения золота на о. Большевик в архипелаге Северная Земля.

Сельскохозяйственные предприятия имеют в основном рыболовецко-оленьеводческое направление. Перевыпас привел к существенной деградации пастбищ, особенно в восточной части полуострова Ямал. На лишенных растительности участках начали развиваться дефляция, термоэрозия. Активно работают рыбозаводы в Салехарде, Новом Порту (годовая продукция около 1400 т рыбы) и Гыде, причем объем вылова постепенно увеличивается [505].

#### *4.3.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия*

В юго-западной части моря, у полуострова Ямал, разведаны крупные шельфовые месторождения природного газа и газового конденсата. Крупнейшие из них – Ленинградское (предварительно оцененные (ABC1+C2) запасы газа – более 1 трлн. куб. м. и Русановское (780 млрд. куб. м). Освоение шельфовых месторождений планируется начать после 2025 года.

Согласно предлагаемым в настоящее время государственным программам развития Арктики, предполагается расширение и усиление геологоразведочных работ на платиноиды и никель на полуострове Таймыр. Предполагается также проведение широкого комплекса геологоразведочных работ и научных исследований по оценке россыпной и коренной золотоносности Северной Земли и прилегающей к ней прибрежной части Таймыра. Это так называемая Таймыро-Североземельская золоторудная провинция. В ближайшем будущем предполагаются подготовка и освоение первых промышленных объектов в ее пределах, что может привести к межотраслевым конфликтам с заповедными участками на полуострове Челюскин [544].

#### *4.3.2.3. Особо охраняемые природные объекты Карского моря.*

Карское море относительно мало затронуто человеческой деятельностью, хотя отдельные участки его побережья подверглись существенному воздействию (п-ова Ямал и Гыданский). Многие участки побережья вообще не затронуты человеком. С учетом малой освоенности большинства побережий моря, имеются условия для разумного сочетания охраны биологического разнообразия и рационального использования природных

ресурсов. На побережье моря и его островах имеется несколько существующих ООПТ.

Государственный природный заказник федерального подчинения "Нижне-Обский" создан 3 июля 1985 года Приказом Главохоты РСФСР №362. Заказник расположен на островах Обской губы Карского моря, на территории Ямальского района Ямало-Ненецкого автономного округа (Тюменская область). Площадь заказника 128000 га.

Заказник организован в целях охраны и воспроизводства охотничьих животных, сохранения гнездовых и местообитаний редких видов животных, охраны перелётных птиц во время миграций и на гнездовьях, а также в целях охран редких животных, занесённых в Красную книгу РФ, ЯНАО, МСОП. С 1994 г. территория заказника входит в Список водно-болотных угодий международного значения ("Острова Обской губы Карского моря", Рамсарская конвенция). К основным объектам охраны относятся: малый тундряной лебедь, краснозобая казарка, гуменник, серый гусь, пискулька, ястреб, скопа, орлан-белохвост, сапсан, кречет; лось; осётр, нельма, муксун, а также пойменные экосистемы Нижней Оби [545].

Территория заказника «Нижне-Обский» расположена в Усть-Обской низменности в южной части Обской губы, схема ООПТ представлена на рисунке 4.33. Максимальные высоты достигают 30-40 м над уровнем моря. Заболоченность территории составляет 50%, заозеренность 5-10%. Основные реки – Обь и ее протоки: Наречинская Обь, Худобинская Обь, Хаманельская Обь, Надымская Обь. Суммарная их протяжённость по территории заказника – около 800 км. Преобладающие типы почв – пойменные торфянисто-дерново-глеевые, развивающиеся под разнотравно-злаковыми луговинами; по заливаемым приустьевым участкам морских побережий широко распространены тампы [545].

Нижне-Обский заказник находится в подзоне южной тундры. Растительность островов представлена закустаренными низинно-мелкоивняковыми моховыми и травяными болотами, заболоченными осоковыми и арктофиловыми лугами. Кустарники представлены ивами белой и ломкой, карликовой березкой, кустарниковой черной ольхой с куртинами красной смородины по берегам рек и протоков. На о.Ермак имеются небольшие участки редколесий из черной ольхи, берез извилистой и Кузмичева, ивы древовидной. В фауне островов преобладают виды, характерные для лесотундры: горностаи, ондатра, лисица, заяц-беляк, полевки, ласка, обычны песец, лемминг, тундряная и белая куропатки. В летнее время преобладают водоплавающие: шилохвость, чирок-свистунок, свиязь, синьга, хохлатая чернеть, гуменник, лебедь-кликун. Многочисленны чайки серебристая и сизая, кулики; встречаются болотная сова, дербник, луговой лунь. Многочисленны трясогузки – горная, желтая и белая, пеночки. Ихтиофауна представлена 14 видами. Птиц около 100 видов. Нижне-Обский заказник – одна из крупнейших на Западно-Сибирской

равнине концентраций водоплавающих и околоводных птиц во время весенних и осенних миграций. Особенно возрастает значение этих угодий во время возвратов холодов весной в тундрах Ямала и Гыдана, когда мигрирующие птицы скапливаются и пережидают неблагоприятные условия. Птицы отдыхают здесь во время перелета к местам гнездовий весной и осенью к районам зимовки [545].

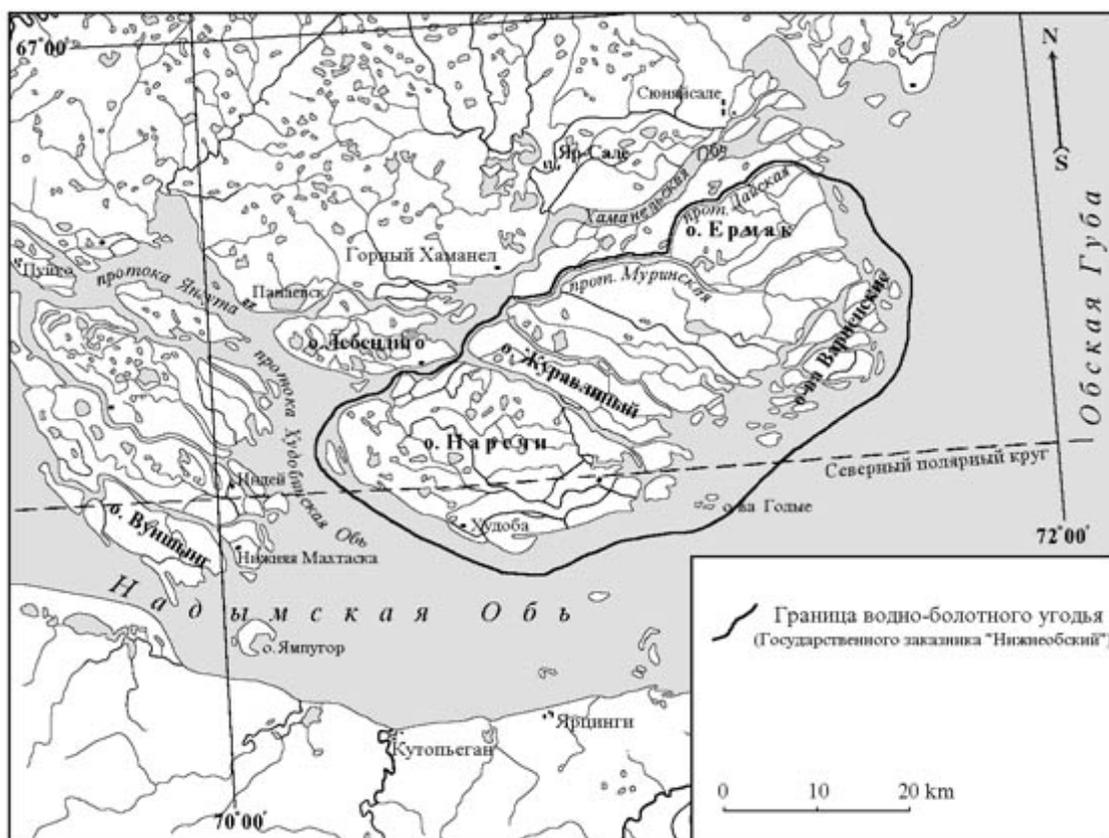


Рисунок 4.33 – Нижне-Обский заказник расположен на островах Обской губы Карского моря [545]

Государственный природный заповедник "Гыданский" был создан постановлением Правительства РФ №1167 от 7 октября 1996 г. Заповедник расположен на севере Западной Сибири на Гыданском полуострове и островах Карского моря на территории Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Государственный природный заповедник "Гыданский" находится на крайнем северо-востоке Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Территорию составляют: полуостров Явай (к северу от 72-й параллели), северная часть полуострова Мамонта, полуостров Олений, крайний север Гыданского полуострова вдоль побережья Юрацкой губы, острова Олений, Шокальского, Песцовые, Проклятые, Ровный. Площадь заповедника 878174 га (5 кластеров), площадь охранной зоны заповедника 150000 га, из которых 60000 га приходится на акваторию шириной 1 км вдоль береговых границ заповедника [544; 543].

Цель создания заповедника – охрана и изучение ненарушенных тундровых экосистем северо-запада Западной Сибири, прибрежно-морских экосистем Карского моря; а также участков массового гнездования куликов и водоплавающих птиц. Предполагалось, что Гыданский заповедник охватит наиболее характерные природные участки с тем, чтобы предохранить их природу от современного и будущего крупномасштабного техногенного воздействия, связанного с нефтегазовым освоением территории, прокладкой трубопроводов и других транспортных магистралей. Тем не менее, первоначальный проект организации территории заповедника был урезан, и наиболее ценные (и подвергаемые техногенному воздействию) участки остались за его пределами [542; 543].

Значительную часть прибрежных вод района заповедника составляют Гыданский залив и Юрацкая губа, общая площадь которых – 14700 км<sup>2</sup> (для сравнения: площадь Обской губы – 40000 км<sup>2</sup>). Заливы, окружающие заповедные берега, мелководны, с хорошо выраженными приливами и отливами. При сгонно-нагонных ветрах уровень моря изменяется на 1-3 м; уровень рек при этом также быстро меняется [542; 543].

На большей части территории заповедника преобладают маломощные (до 0,4 м) почвы. Северную часть полуострова Явай, островов Олений и Шокальского занимают участки с тундрово-перегнойно-глеевыми и болотно-торфяно-глеевыми низинными почвами. На участках полигонального рельефа встречаются тундрово-болотно-низинные, а также торфяно- и торфянисто-глеевые почвы. Вся территория заповедника расположена в подзоне арктических тундр, которая простирается на юг вдоль Гыданской губы. Территория относится к Ямало-Гыданской подпровинции Европейско-Западно-сибирской провинции Арктической флористической области [542; 543].

В Красную книгу РФ включены следующие виды животных: сибирский осетр (западносибирский подвид), белоклювая гагара, краснозобая казарка, пискулька, малый лебедь, орлан-белохвост, кречет, сапсан, белый медведь, морж (атлантический подвид), нарвал, северный финвал. Особого внимания заслуживают также голец (проходная форма), белошекая казарка и сибирская гага: эти виды входят в специальный перечень, утвержденный приказом Госкомитета РФ по охране окружающей среды (№290 от 12 мая 1998 г.) [542; 543].

Большой Арктический государственный природный заповедник был организован постановлением Правительства России 11.05.1993 г. Как видно на рисунке 4.34, заповедник расположен на полуострове Таймыр и островах Северного Ледовитого океана на территории Таймырского автономного округа. Общая площадь заповедника составляет 4169222 га (в том числе 980934 га – морская акватория). Это – крупнейший заповедник России и третий по площади в мире, он охватывает сектор Арктики протяженностью 1000

км с запада на восток, а с юга на север — более чем на 500 км. Берега заповедника омывают два моря: Карское море и море Лаптевых [544; 546; 547]. Заповедник состоит из семи участков (они в свою очередь включают 34 отдельных кластера):

1. Диксонско-Сибиряковский участок (ок. 200 тыс. га) включает остров Сибирякова (85 тыс. га) с прилежащими мелкими островами и отмелями и небольшой участок "Бухта Медуза" (379 га), где расположена Международная биостанция "Виллем Баренц".

2. Участок "Острова Карского моря" (ок. 400 тыс. га), в состав которого входят: архипелаг Сергея Кирова, остров Воронина, острова Известий ЦИК (архипелаг), острова Арктического института (архипелаг), остров Свердруп, остров Уединения и ряд других более мелких островов. Участок достаточно полно представляет природное и биологическое разнообразие арктических морских островов восточной части Карского моря.

3. Пясинский участок (1,1 млн. га) охватывает дельту реки Пясины, восточное побережье Пясинского залива и прилежащие участки Таймырского полуострова в бассейнах рек Хутудабига, Спокойная, Ленивая, а также западную часть берега Харитона Лаптева. Территория участка очень разнообразна. В 40-60 км южнее участка к заповеднику примыкает Пясинский федеральный заказник площадью около 900 тыс. га, организованный для охраны летовок диких северных оленей и богатейших мест гнездования и линьки гусей.

4. Участок "Залив Миддендорфа" (69 тыс. га) представляет характерные, практически не исследованные арктические тундры.

5. Участок "Архипелаг Норденшельда" (ок. 500 тыс. га) - самый большой (не считая Северной Земли) архипелаг Карского моря, состоящий примерно из 90 мелких, средних и нескольких довольно крупных островов.

6. Участок "Нижняя Таймыра" (1,9 млн. га) - самый крупный участок заповедника, включающий в себя низовья реки Нижняя Таймыра и бассейн ее притока, реки Шренк, а также побережье Таймырского залива и залива Толля.

7. Участок "Полуостров Челюскин" (35 тыс. га), в пределах которого находятся единственные в мире материковые арктические пустыни.

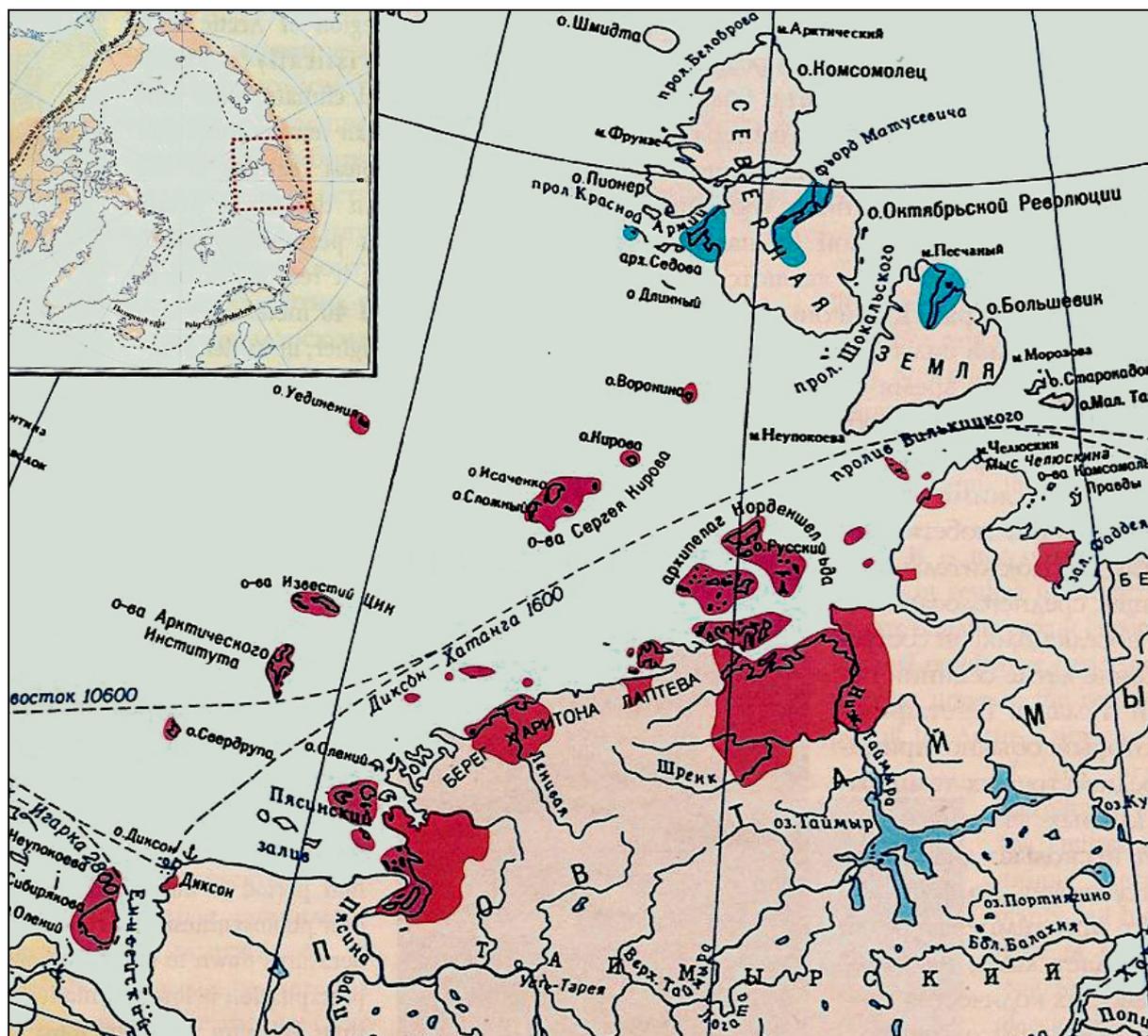


Рисунок 4.34 – Территории Большого Арктического государственного природного заповедника (красный); и Государственного природного заказника федерального подчинения "Североземельский" (синий) [547]

Заповеднику на правах структурного подразделения подчинен федеральный заказник "Североземельский" площадью 421701 га и заказник регионального значения "Бреховские острова" площадью 288487 га. Региональный заказник "Бреховские острова" относится к водно-болотным угодьям международного значения (Рамсарская конвенция). Охранная зона заповедника образована Постановлением администрации Таймырского АО от 20.09.1994 года №134 на общей площади 9550 га (участок "Бухта Медуза" – 3020 га, участок "Бухта Ефремова" – 6530 га) [544; 546; 547].

Растительность заповедника, в силу его больших размеров и кластерного характера, очень разнообразна. На острове Сибирякова выявлено 15 видов грибов – большинство из них пластинчатые (агариковые); среди них – редкая волоконница белокожая. Несравненно больше здесь лишайников – 70 видов. Это основа зимнего питания островной оседлой популяции дикого северного оленя (кладины лесная и оленья, цетрарии клубочковая и

исландская и многие другие). Ценная находка в истоке реки Лынера-Яху (Лагерная) - базидиальный лишайник корисциум зеленый. Среди мохообразных удалось выявить 15 видов печеночных и 74 вида листостебельных мхов, всего 89 видов. Особенно выделяются амблистегиевые мхи – разные виды дрепанокладуса, каллиергона и подобных им, всего 18 видов. Наиболее богата флора высших растений – их отмечено 162 вида, относящихся к 28 семействам. По числу видов выделяются злаки (28 видов), капустные (19 видов), гвоздичные (16), камнеломковые (15) и осоковые (13 видов). Среди высших растений с острова Сибирякова в последнее время описаны новые для науки осока крохотная и ожика Толмачева [544; 546; 547].

Бухта Медуза отделена от о. Сибирякова Енисейским заливом шириной 50 км. Заповедная территория окрестностей бухты Медуза значительно меньше острова, и флора ее значительно отличается. Высших растений здесь 117 видов из 23 семейств. Важнейшие по числу видов семейства те же, но порядок их иной: капустные – 17 видов, злаки – 15, гвоздичные и камнеломковые – по 12 видов. Порядковое место осоковых занято лютиковыми и астровыми (сложноцветными) – по 8 видов. Бросается в глаза отсутствие в районе бухты Медуза столь ярких и массовых на острове Сибирякова синюхи северной, армерии морской и других подобных видов. Вместе с тем, у бухты Медуза довольно обычно ценнейшее лекарственное растение – родиола северная (на острове Сибирякова семейство толстянковых, к которому относится родиола, полностью отсутствует). Сравнение флор свидетельствует о том, что между островом Сибирякова и бухтой Медуза проходит важная ботанико-географическая граница между западными и восточносибирскими флорами. Это одно из проявлений Енисейской биогеографической границы – крупнейшей меридиональной границы такого рода [544; 546; 547].

Устье Пясины. Достаточно южное расположение, разнообразие рельефа и прочих природных условий способствуют здесь некоторому повышению богатства флоры. Тем не менее, по числу видов высших растений этот участок уступает более южно расположенному острову Сибирякова: их здесь 140 вместо 162 на острове. Первые 5 семейств по числу видов: злаки (24 вида), капустные (20 видов), камнеломковые (17), гвоздичные и лютиковые (по 13 видов). Обращает на себя внимание повышенное число видов звездчаток (4 вида), гастролыхнис (4 вида, в том числе впервые описанная гастролыхнис тундровая), лютиков (11 форм, включая новый подвид лютик таймырский), крупок (12), камнеломок (15) [544; 546; 547].

Бухта Книповича. Богатство флоры, по мере продвижения на восток от острова Сибирякова, продолжает сокращаться: здесь выявлено 103 вида высших растений из 20 семейств. Четыре первых по численности семейства – те же, что в окрестностях бухты

Медуза: злаки (17 видов), гвоздичные и камнеломковые (по 14 видов), капустные (12); пятое место делят осоковые и маковые (по 6 видов). Здесь в последнее время были выявлены новые для науки таксоны: камнеломка мелкоголовая и камнеломка почти-одноцветковая [544; 546; 547].

Нижняя Таймыра. Район устья реки Нижняя Таймыра расположен несколько восточнее бухты Книповича. Флористически эти районы различаются слабо. Более существенны геоботанические различия: например, в районе бухты Книповича описаны холодные пустыни на вершинах возвышенностей, которые не отмечались у устья Нижней Таймыры [544; 546; 547].

Архипелаг Норденшельда, остров Русский. Остров Русский представляет собой форпост полярных пустынь. Разреженные куртины образует мох ракомитриум шерстистый, покрывающий от 20 до 30% всей площади. Тундровая растительность представлена на субгоризонтальных и пониженных, более влажных поверхностях. Здесь единично встречаются высшие растения. Их выявлено 19 видов, в том числе 5 видов камнеломок. Встречается уже упоминавшаяся описанная на острове Сибирякова ожика Толмачева. Найдено 24 вида лишайников (тамнолия червеобразная, особенно обильная; дактилина ветвистая и другие высокоарктические виды). Всего больше мохообразных - это печеночник антелия Юрацкой и 35 видов листостебельных мхов: аулакомниум вздутый и другие; характерно полное отсутствие сфагновых мхов [544; 546; 547].

Мыс Челюскин. Равнинные арктические пустыни – обычный ландшафт островов Северного Ледовитого океана. Мыс Челюскин - едва ли не единственный их материковый вариант на нашей планете. Сосудистых растений на мысе Челюскин насчитывается 60 видов. По числу видов выделяются роды мятлик (5 видов), крупка (5), камнеломка (10 видов). Несколько разнообразнее мохообразные: 23 вида печеночников и 74 вида листостебельных мхов (всего 97); по числу видов выделяются роды бриум, дрепанокладус и гипнум, а по роли в растительном покрове - ракомитриум шерстистый, дитрихум кривостебельный, в меньшей степени – гилокомий блестящий (туполистная разновидность) и томентипнум блестящий. Всего больше на мысе Челюскин напочвенных лишайников – 125 видов. Среди них особенно выделяются по числу видов семейства лецидеевых (15 видов из родов бацидия, лецидея и др.), пармелиевых (16 видов), пертузариевых (11) [544; 546; 547].

Фауна птиц Большого Арктического заповедника насчитывает 124 вида, из которых 55 видов достоверно гнездятся на его территории; остальные встречены на пролете и кочевках, для 41 вида известны залеты. Водоплавающие птицы являются одним из основных объектов охраны в заповеднике. Здесь гнездятся четыре вида гусей, малый

лебедь и четыре вида уток. Большой Арктический заповедник взял под охрану места гнездования и линьки 80% всех черных казарок номинативного подвида, зимующих в Западной Европе. В низовьях реки Нижняя Таймыра находятся крупнейшие линные скопления неразмножающейся части популяции этого подвида, насчитывавшие в начале 1990-х годов до 50000 птиц. Основные гнездовые концентрации черной казарки располагаются на островах Карского моря, где они гнездятся разрозненными колониями и одиночными парами. Для линьки западнопалеарктических популяций белолобого гуся особое значение имеет дельта Пясины; здесь скапливается до 200 тысяч птиц, что является крупнейшим линным скоплением этого вида в мире. На территории Большого Арктического заповедника и в его ближайших окрестностях в разное время отмечены залеты 41 вида птиц: белого и серого гуся, пискульки, огаря, гоголя, кряквы, синьги, турпана, среднего крохалея, лутка, очковой гаги, серого журавля, кречета, чеглока, дербника, грязовика, кроншнепа-малютки, гаршнепа, малой чайки, черного стрижа, желтой и желтоголовой трясогузок, деревенской ласточки, воронка, береговушки, ворона, серой и черной ворон, грача, белокрылого клеста, обыкновенной чечевицы, московки, зяблика, вьюрка, камышевой овсянки, овсянки-ремеза, дубровника, пеночек веснички и теньковки, домового и полевого воробьев [544; 546; 547].

В заповеднике встречается 16 видов млекопитающих, из которых 4 вида – морские животные. Фауна сухопутных млекопитающих включает волка, песца, белого медведя, росомаху, горностаю, зайца-беляка, леммингов (сибирский и копытный). Дикий северный олень в небольшом числе живет на территории Большого Арктического заповедника постоянно, а в период отела на его южные участки (окрестности Диксона и дельта реки Пясины) заходят многочисленные группы основной таймырской популяции оленей. В настоящее время в летний период на территории заповедника держится максимально 50000-150000 зверей. Овцебык с 1990-х гг. периодически заходит, а возможно, и постоянно держится на участке заповедника, прилежащем к долине реки Нижняя Таймыра. Из морских млекопитающих встречается морж, нерпа и лахтак (морской заяц), белухи [544; 546; 547].

Государственный природный заказник федерального подчинения "Североземельский" организован 3 апреля 1996 года Постановлением Правительства РФ №401. Заказник создан одновременно с Большим Арктическим заповедником и Арктическим филиалом Таймырского заповедника как элемент единой сети ООПТ Таймыра. Заказник расположен (схема представлена на рисунке 4.34) на островах Большевик, Октябрьской Революции и Домашний архипелага Северная Земля, в Диксонском районе Таймырского (Долгано-Ненецкого) АО. Площадь 421700 га, площадь

морской особо охраняемой акватории: 53930 га. Разделен на 4 кластера: Остров Домашний, П-ов Парижской Коммуны, Залив Ахматова, Фьорд Матусевича. Все земли заказника относятся к землям госземзапаса. Заказник передан в управление Большому Арктическому заповеднику [547].

Заказник создан для охраны ландшафтов Высокой Арктики с присущей им практически ненарушенной флорой и фауной. Охраняются горные и равнинные полярные пустыни, акватории фьордов. На территории заказника имеются птичьи базары, где обитает один из наиболее высокоарктических видов птиц, внесенный в Красную Книгу России – белая чайка. Постоянно обитает белый медведь. В горных ущельях острова Октябрьской Революции имеются уникальные для этой зоны растительные сообщества с высоким флористическим богатством. Кроме того, заказник охраняет и памятники недавней истории. Остров Домашний – место базирования в 1930-1932 гг. экспедиции Г.А. Ушакова, которая совершила научный подвиг – за 3 года экспедиция из 4-х человек нанесла на карту абсолютно неизвестный до этого архипелаг Северная Земля. Сохранились постройки экспедиции, здесь захоронен прах великого полярника согласно его завещанию [547; 548; 549].

## 4.4 МОРЕ ЛАПТЕВЫХ

4.4.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

### 4.4.1.1 Географическое положение

Море Лаптевых ограничено естественными рубежами и условными линиями [3]:

Западная граница проходит по восточным берегам островов арх. Северная Земля от м. Арктический (о. Комсомолец), далее через пр. Красной Армии по восточному берегу о. Октябрьской Революции до м. Анучина, через пр. Шокальского до м. Песчаный на о. Большевик, и по его восточному берегу до м. Вайгач, затем по восточной границе пр. Вилькицкого и далее по материковому берегу до вершины Хатангского залива.

Северная граница моря проходит от м. Арктический до точки пересечения меридиана северной оконечности о. Котельный (139° в.д.) с условным краем материковой отмели (79° с.ш., 139° в.д.)

Восточная граница от указанной выше точки (79° с.ш., 139° в.д.) к западному берегу о. Котельный, далее по западной границе пролива Санникова, огибает западные берега островов Большой и Малый Ляховские, и далее идет по западной границе пролива Дмитрия Лаптева.

Южная граница моря проходит по материковому берегу от м. Святой Нос до вершины Хатангского залива.

В этих границах море лежит между параллелями  $81^{\circ}06'42''$  с.ш. и меридианами  $95^{\circ}44'$  и  $143^{\circ}30'$  в.д. В принятых границах море Лаптевых имеет следующие размеры: площадь – 662 тыс. км<sup>2</sup>, объем 353 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина 533 м, наибольшая глубина 3385 м. По географическому положению и гидрологическим условиям, отличным от океана, с которым море свободно сообщается, оно относится к типу материковых окраинных морей [3].

В море Лаптевых насчитывается несколько десятков островов (общая площадь 3784 км<sup>2</sup>). Большинство из них находится в западной части моря [3]. Наиболее значительные группы островов: Комсомольской Правды, Вилькицкого и Фаддея. Среди одиночных островов своими размерами выделяются острова Старокадомского, Малый Таймыр, Большой Бегичев, Песчаный, Столбовой и Бельковский. Множество мелких островов расположено в дельтах рек Лена, Яна, Оленек и др.

#### 4.4.1.2 Основные характеристики моря Лаптевых

Геологическое строение, рельеф дна. Море Лаптевых целиком занимает шельф, захватывает материковый склон и небольшую часть ложа океана, поэтому его дно представляет собой равнину, которая в начале полого понижается, а затем круто обрывается к северу, что видно на рисунке 4.35. Рельеф дна этой равнины пересечен сравнительно слабо. На ней выделяется несколько желобов, возвышенностей и банок. Так, широкий, но короткий желоб расположен против устья Лены, воронкообразный желоб находится у Оленекского залива, узкий и длинный желоб уходит от о. Столбового на север. В восточной части моря поднимаются банки Семеновская и Васильевская. Подавляющая часть моря очень мелководна. Глубины менее 50 м занимают около 53% площади моря, более 1000 м – 22%. Южнее 76° с.ш. глубины не превышают 25 м. Северная часть моря значительно глубже. В этом районе глубины постепенно увеличиваются от 50 до 100 м, а затем резко возрастают до 2000 м и более [3].

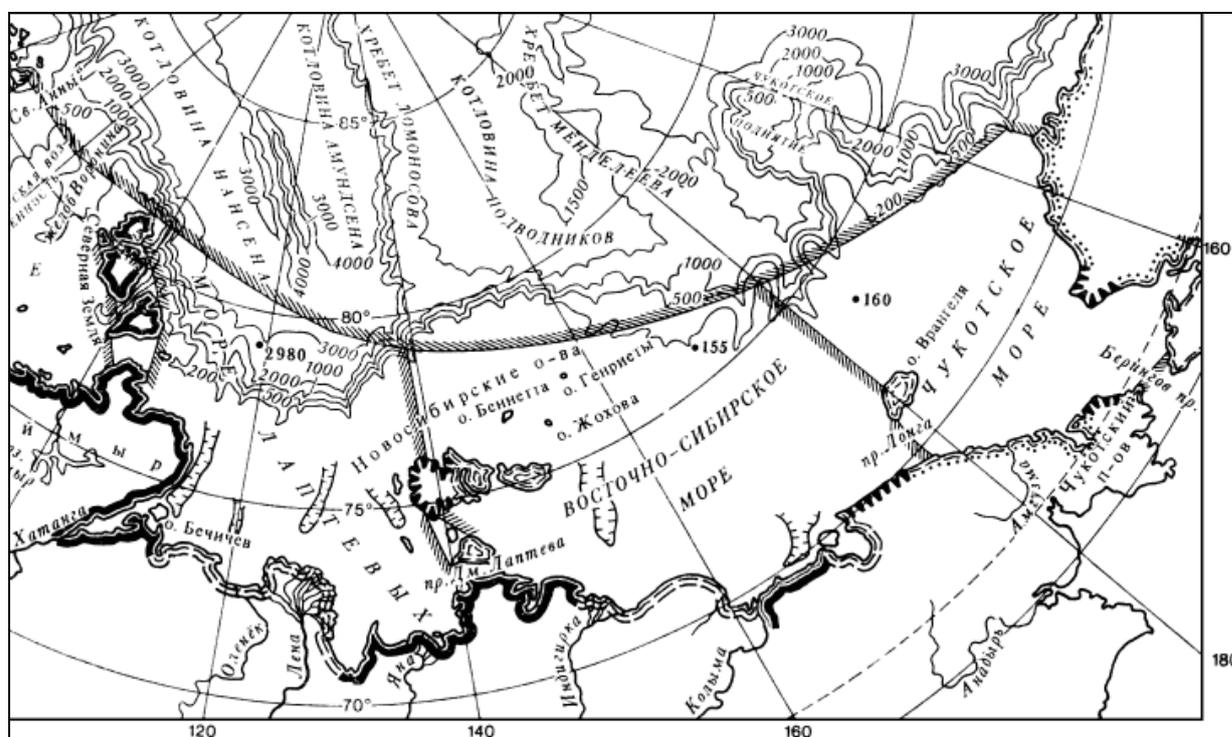


Рисунок 4.35 – Рельеф дна морей Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского [3].

Берега моря довольно сильно изрезаны и образуют разной формы и величины заливы, губы, бухты, полуострова и мысы. Значительно расчленены восточные берега островов Северной Земли и Таймырского полуострова. К востоку от него береговая черта образует несколько крупных заливов (Хатангский, Анабарский, Оленекский, Янский), бухт (Кожевникова, Нордвик, Тикси), губ (Буор-Хая, Ванькина) и полуостровов (Хара-Тумус, Нордвик). Западное побережье Новосибирских островов изрезано значительно меньше [3].

Грунт глубоководной части – ил, в остальной части – песок и ил; в восточной части моря под тонким слоем осадков встречается второе «ледяное» дно

Климат. Высокоширотное положение, удаленность от Атлантического и Тихого океанов, близость материка и полярных льдов определяют климат моря Лаптевых. Его климат может быть охарактеризован как континентальный, с заметно выраженными морскими чертами. Континентальность климата наиболее отчетливо проявляется в больших годовых колебаниях температуры воздуха, хотя под влиянием моря они сглажены по сравнению с сушей. Значительная протяженность моря с юго-запада на северо-восток создает климатические различия от места к месту, заметно выраженные по сезонам. В разные времена года море Лаптевых находится под влиянием различных центров действия атмосферы, что определяет синоптическую обстановку и погоду над ним. В холодный сезон море находится преимущественно в зоне влияния областей высокого атмосферного давления. Осенью неустойчивые ветры приобретают южное направление и усиливаются до штормовых. Реже проходят циклоны, уменьшается облачность [3].

Зимой на море Лаптевых преобладают южные и юго-западные ветры со скоростью в среднем около 8 м/с. К концу зимы скорость их становится меньше и часто наблюдаются штили. Воздух сильно выхолаживается. Температура воздуха над морем в целом понижается с северо-запада на юго-восток до  $-26...-29^{\circ}$  в январе (средние месячные значения). Спокойная и малооблачная зимняя погода прерывается редкими циклонами, проходящими несколько южнее моря. Они вызывают сильные холодные северные ветры и метели, которые продолжаются несколько дней и скоро прекращаются [3].

Летом чаще всего дуют северные ветры со скоростью 3-4 м/с. Сильные ветры со скоростями больше 20 м/с летом совсем не наблюдаются [3]. Температура воздуха повышается и ее среднемесячные значения в августе достигают максимума, в центральной части моря наблюдаются значения  $+1-5^{\circ}$ . На побережье в закрытых бухтах воздух иногда прогревается весьма значительно. В бухте Тикси отмечена максимальная температура  $32,7^{\circ}$ . Для лета характерно усиление циклонической деятельности. В это время над южной частью моря часто идут циклоны, которые здесь же и заполняются. Тогда над морем устанавливается пасмурная погода с непрерывно морозящим дождем. В конце августа

начинает формироваться Сибирский максимум давления, что знаменует переход к осени.

Речной сток. В море Лаптевых впадает несколько крупных и множество мелких рек. Река Лена ежегодно приносит около  $515 \text{ км}^3$  воды, Хатанга свыше  $100 \text{ км}^3$ , Яна более  $30 \text{ км}^3$ , Оленек около  $35 \text{ км}^3$  и Анабара несколько меньше  $20 \text{ км}^3$ . Все прочие реки дают около  $20 \text{ км}^3$  воды в год. Общий объем ежегодного стока в море равен примерно  $720 \text{ км}^3$ , что составляет 30% от общего объема жидкого стока во все российские арктические моря. Распределение стока неравномерно по сезонам. Примерно 90% всего годового стока приходится на летние месяцы (июнь - сентябрь), из которых на август приходится около 35-40% годового стока (в январе 5%). Подавляющая часть стока рек поступает в восточную часть моря. В зависимости от количества приносимой реками воды и гидрометеорологической обстановки речные воды распространяются или к северо-востоку, достигая северной оконечности о. Котельного, или далеко на восток, уходя через проливы в Восточно-Сибирское море [3].

Гидротермические условия. На протяжении большей части года температура воды близка к точке замерзания [3]. В холодные сезоны она быстро понижается осенью, а зимой на поверхности изменяется по пространству моря от  $-0,8^\circ$  (у о. Мостах) до  $-1,7^\circ$  (у м. Челюскин). В августе на юге (губа Буор-Хая) температура воды на поверхности может достигать  $+10^\circ$  и даже  $+14^\circ$ , в центральных районах она равна  $+3-5^\circ$ , у северной оконечности о. Котельного и у м. Челюскин  $+0,8-1,0^\circ$ . В целом, западная часть моря, куда приходят холодные воды Арктического бассейна, характеризуется более низкими величинами ( $+2-3^\circ$ ) температуры воды, чем восточная, где сосредоточена основная масса теплых речных вод, поэтому поверхностная температура может достигать здесь  $+6-8^\circ$ .

Соленость. Соленость в море Лаптевых и изменчива в пространстве и во времени. Ее различия очень велики (от 1 до 34‰), но преобладают опресненные воды соленостью 20-30‰. В целом, соленость увеличивается с юго-востока на северо-запад и север. Зимой при минимальном речном стоке и интенсивном льдообразовании соленость наиболее велика. При этом на западе она выше, чем на востоке. У м. Челюскина она почти 34‰, а у о. Котельного только 25‰. Летом, при максимальном стоке, соленость характеризуется низкими значениями, сильнее всего опреснена юго-восточная часть моря. В губе Буор-Хая соленость понижается до 5‰ и ниже. На западе моря распространяются более соленые воды (30-32‰). Опресненные воды выклиниваются на север в восточной части моря, а соленые воды широким языком спускаются к югу в западной части моря [3].

Общая циркуляция вод моря Лаптевых определяется циклонической циркуляцией поверхностных вод. Ее образует прибрежный поток, движущийся вдоль материка с запада на восток, где он усиливается Ленским течением. При дальнейшем движении его большая

часть отклоняется на север и северо-запад и в виде Новосибирского течения выходит за пределы моря, соединяясь с Трансарктическим течением. У северной оконечности Северной Земли ответвляется Восточно-Таймырское течение, которое движется на юг вдоль восточных берегов Северной Земли и полуострова Таймыр и замыкает циклоническое кольцо в море. Небольшая часть вод прибрежного потока уходит через пролив Санникова в Восточно-Сибирское море. Скорости течений в этом круговороте невелики (примерно 2 см/с), а внутри него располагается зона затишья [3].

Приливы, колебания уровня. В море Лаптевых прилив имеет характер неправильной полусуточной волны. Приливная волна входит с севера и распространяется к берегам, затухая и деформируясь по мере продвижения к ним. Величина прилива обычно невелика, преимущественно около 0,5 м. Только в Хатангском заливе размах приливных колебаний уровня превышает 2,0 м в сизигии. В другие реки, впадающие в море Лаптевых, прилив почти не заходит, так как эти реки имеют дельты, в протоках которых гасится прилившая волна. Кроме приливных в море Лаптевых наблюдаются сезонные колебания уровня. Сезонные изменения уровня в целом незначительны. Наиболее ярко они выражены в юго-восточной части моря, на участках, близких к устьям рек, но и здесь размах колебания не превышает 40 см. Минимальная высота уровня наблюдается зимой, а максимальная летом. В остальных районах моря сезонный ход уровня очень мал. Сгонно-нагонные колебания уровня отмечаются везде и в любое время года, однако они наиболее значительны в юго-восточной части. Сгоны и нагоны обуславливают самые большие понижения и повышения уровня в море Лаптевых. Размах колебаний положения уровня между сгонами и нагонами достигает 1-2 м, а иногда доходит до 2,5 м (бухта Тикси). Чаще всего сгоны и нагоны наблюдаются осенью при сильных и устойчивых ветрах. Для моря в целом северные ветры вызывают нагон, а южные – сгон, но в зависимости от конфигурации берегов сгонно-нагонные колебания уровня в каждом конкретном районе создают ветры определенных направлений. Так, в юго-восточной части моря к наиболее эффективным нагонным ветрам относятся западные и северо-западные [3].

Волнение. Преобладание слабых ветров, мелководность и ледовитость обуславливают довольно спокойное состояние моря. В среднем здесь превалирует волнение 2-4 балла с высотами волн около 1 м. Летом (июль - август) в западной и центральной частях моря изредка развиваются штормы 5-7 баллов, во время которых высота волн достигает 4-5 м. Осень – наиболее штормовое время года, когда море бывает наиболее бурным и наблюдаются максимально высокие (до 6 м) волны, хотя преобладают волны высотой порядка 4 м, что определяется длиной разгона и глубинами [3].

Ледовый режим. Большую часть года (с октября по май) все море Лаптевых

покрыто льдами различной толщины и возраста. Ледообразование начинается в конце сентября и проходит одновременно на всем пространстве моря. Зимой в его отмелой восточной части развит чрезвычайно обширный припай толщиной до 2 м. Границей распространения припая служит глубина 20-25 м, которая в этом районе моря проходит на удалении нескольких сотен километров от берега. Площадь припая равна примерно 30% площади всего моря. В западной и северо-западной частях моря припай невелик, а в некоторые зимы совсем отсутствует. Севернее припайной зоны находятся дрейфующие льды. При почти постоянном выносе льдов из моря на север зимой за припаем сохраняются значительные пространства полыней и молодого льда. Ширина этой зоны варьирует от десятков до нескольких сотен километров. Ее отдельные участки называют Восточно-Североземельской, Таймырской, Ленской и Новосибирской полыньями. Последние две в начале теплого сезона достигают огромных размеров (тысячи квадратных километров) и становятся центрами очищения моря ото льдов. Таяние льда начинается в июне – июле и к августу значительные пространства моря освобождаются ото льдов. Летом кромка льдов часто меняет свое положение под влиянием ветров и течений. Западная часть моря в общем более ледовитая, чем восточная. С севера, вдоль восточного берега Таймыра, в море спускается отрог океанического Таймырского ледяного массива, в котором нередко встречаются тяжелые многолетние льды. Он устойчиво сохраняется до нового ледообразования, в зависимости от преобладающих ветров, перемещаясь то к северу, то к югу. Локальный Янский ледяной массив, образованный припайными льдами, ко второй половине августа обычно растаивает на месте или частично уносится на север за пределы моря [3].

Гидрохимические условия. Большой материковый сток и свободная связь с Северным Ледовитым океаном сказываются на гидрохимических условиях моря Лаптевых. В солевом составе вод моря отмечается относительно пониженное содержание магния, сульфатов и хлора, а натрия, калия, кальция и углекислоты в них растворено несколько больше, чем в океане. По содержанию растворенного кислорода северная часть моря богаче, чем южная. В конце лета поверхностный слой (0-10 м) в большинстве районов моря имеет около 100% насыщения кислородом. В противоположность распределению кислорода в поверхностном слое моря отмечается весьма низкое содержание фосфатов и нитратов. Иногда их количество сокращается до «биологического нуля», что свидетельствует о значительном потреблении их планктоном. С глубиной количество их плавно повышается, но, так как летом перемешивание весьма ограничено, биогенные вещества не поднимаются к поверхности и не пополняют расход [3].

#### 4.4.1.3 Характеристика берегов моря Лаптевых

Протяженность береговой черты моря Лаптевых – 5900 км, из них материковая – 3880 км, островная – 2020 км. Берега относятся к разным морфологическим типам, что видно на рисунке 4.36.



- А** — Берега, сформированные тектоническими, субэральными эрозионными и ледниковыми экзарационно-аккумулятивными процессами и мало изменённые волнами моря
- Б** — Берега, формирующиеся под воздействием неволновых процессов
- В** — Берега, формирующиеся под воздействием волновых процессов
- А, Б, В** — типы морского берега;
- I – IX** (римские цифры) — подтипы расчленения берегов
- 1 – 19** (арабские цифры) — основные причины, обусловившие исходное расчленение береговой линии
- I** — Ингрессионные берега (с узкими заливами)
- Фиордовые (1)
  - Фиордовые (2)
  - Шхерные (3)
  - Эстуаривые (4)
- II** — Первично-ровные
- Сбросовые (5)
- III** — Потамогенные
- Дельтовые (6)
- IV** — С приливными осушками (илистыми и песчаными)
- Илистые (7)
- V** — Термоабразионные
- Термоабразионные (8)
  - Ледяные (9)
- VI** — Денудационные
- Денудационные (10)
  - Солифлюкционные (11)
  - Осыпные (12)
- VII** — Выравнивающиеся
- Бухтовые (13)
  - Аккумулятивно-бухтовые (14)
- VIII** — Выровненные
- Абразионные (15)
  - Абразионно-аккумулятивные (16)
  - Аккумулятивные (плешевые) (16а)
  - Лагунные (17)
  - С клифом и террасой (18)
  - Аккумулятивные с размывом, с песчаным или песчано-галечным пляжем (18а)
- IX** — Вторично расчленённые
- Абразионно-аккумулятивно-бухтовые (19)

Рисунок 4.36 – Морфологические типы берегов моря Лаптевых [508]

В море Лаптевых абразионные и аккумулятивные берега представлены примерно одинаково, с небольшим преимуществом абразионных берегов, что видно из таблицы 4.5 [505]. В наибольшей степени это характерно для материкового побережья. Неизменные морем берега составляют лишь малую долю общей протяженности береговой линии моря.

Таблица 4.5 –Соотношение типов берегов моря Лаптевых (%) [505]

Типы берегов	Материковое побережье	Острова	Всего
неизменные или слабо измененные морем берега	1,7	20,5	8,2
Абразионные в целом, в т.ч.:	33,9	38,3	35,3
абразионные	12,5	12,6	12,5
термоабразионные	13,9	19,8	15,9
абразионно-денудационные	2,8	5,9	3,9
абразионные с отмершим клифом	4,7	-	3,0
абразионно-аккумулятивные	13,6	14,4	13,9
Аккумулятивные;	32,8	26,8	30,8
пляжевые	9,2	9,7	9,3
лагунные	6,7	8,9	7,5
нагонные (осушенные)	17,0	8,2	14,0
Дельтовые	17,9	-	11,8

Большая часть побережья моря Лаптевых занята низкой приморской равниной, сложенной рыхлыми четвертичными отложениями разного генезиса: морскими, аллювиально-морскими, аллювиальными и озерно-аллювиальными. Подходящие к морю отроги гор образуют мысы и абразионно-денудационные обрывы. Выходы прочных метаморфических пород отмечаются вдоль северо-восточного побережья п-ова Таймыр и некоторых островов, где развиты неизменные морем берега [505]. Большое количество терригенного материала, поступающего в береговую зону из крупных рек, а также отмелость подводного склона благоприятствуют развитию аккумулятивных берегов, окаймляющих равнины. Быстрое современное промерзание накапливающихся в береговой зоне отложений, интенсивное формирование мерзлых толщ в дельтах Лены и Яны, в мелководных заливах (Янском, Хромской Губе) способствует стабилизации морского края дельт. В частности, зафиксировано стабильное положение в период 1969-2001 гг. протяженного песчаного барьера, окаймляющего северо-запад дельты Лены, и видимого на рисунке 4.37 [505].

Большая штормовая активность моря Лаптевых, высокие нагоны и состав пород берегов создают предпосылки для активизации процесса абразии. Размыву местами подвергаются даже берега, сложенные относительно прочными породами. Вдоль восточного побережья п-ова Таймыр, где береговые уступы выработаны в песчаниках, сланцах, а также в рыхлых четвертичных отложениях, небольшие абразионные участки

чередуются с аккумулятивными формами, среди которых преобладают окаймляющие бары, сложенные песчано-галечным материалом [505].

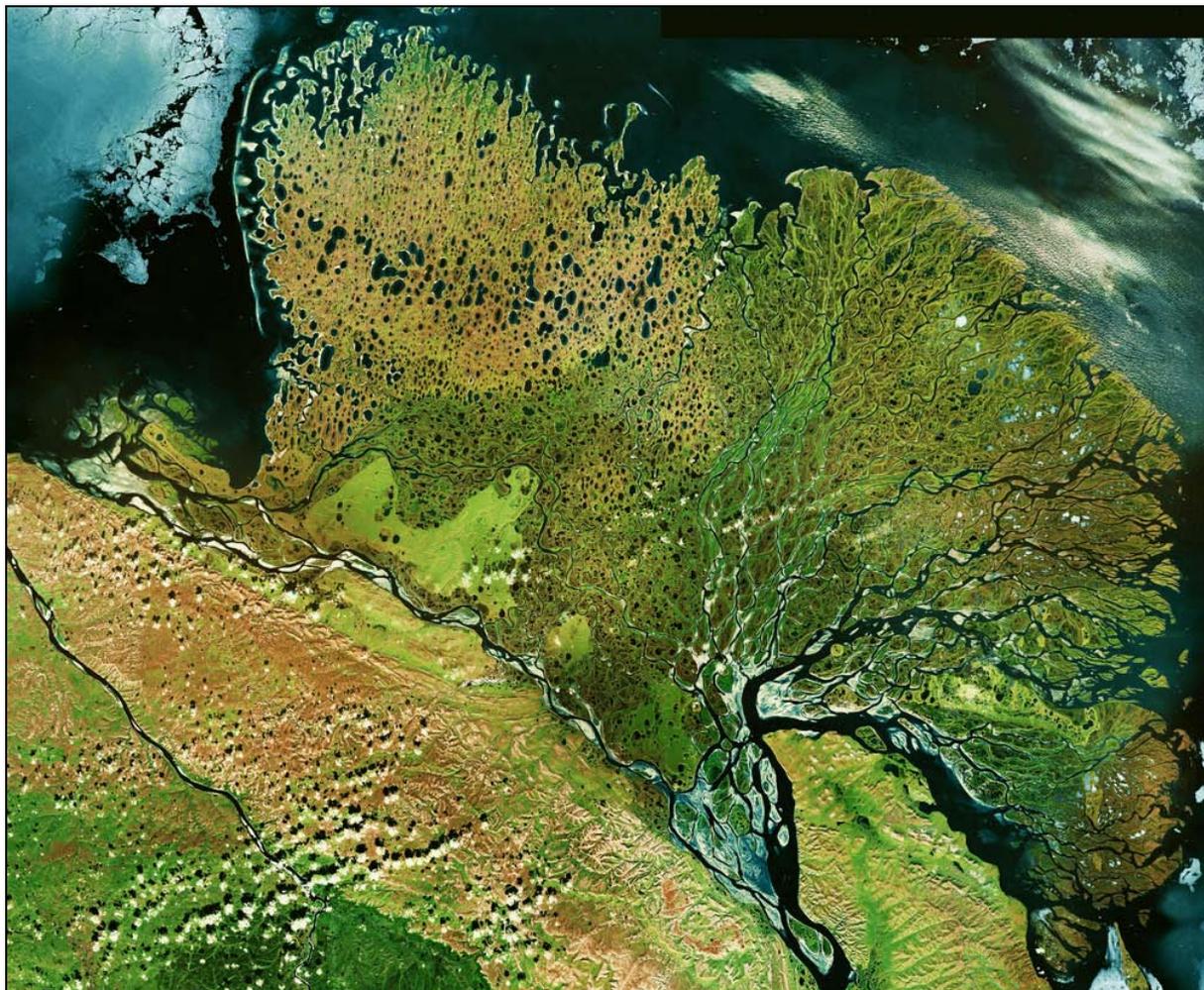


Рисунок 4.37 – Море Лаптевых, дельта р. Лена (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

Размыву берегов низменной тундровой равнины во многом способствует высокая льдистость слагающих ее алеврито-глинистых отложений. Содержание льда может достигать до 50% как, например, на п-ове Быковском близ дельты Лены [505]. В настоящее время термоабразионные берега составляют большую часть абразионных берегов моря Лаптевых [505]. Средняя скорость размыва термоабразионных участков берега составляет 1,5-2,5 м/год, максимальная на материковом побережье 6 м/год, а на островах до 12 м/год (о. Большой Ляховский). Отмечалось полное разрушение небольших островов.

#### *4.4.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья*

На шельфе моря Лаптевых в пределах Лаптевоморской окраинно-материковой плиты находится множество островов: скалистые острова Комсомольской Правды (67 м),

Преобразования (91 м). Рыхлыми отложениями сложены острова Петра (17 м), Большой (198 м) и Малый (23 м) Бегичев [505].

На лаптевоморском побережье Таймыра морские отложения занимают узкую прерывистую полосу, перекрывая дочетвертичный цоколь. Более высокие поверхности и клифы сложены скальными породами [505].

Западнее долины Лены к морю открывается Предверхоянский краевой прогиб, выполненный молассовыми угленосными толщами поздней юры-мела. Его западная часть с севера обрамляет Сибирскую платформу. Восточнее располагается Верхояно-Колымская складчатая система, сформированная массивами архейских и нижнепротерозойских гнейсов, амфиболитов, сланцев, перекрытых рифейскими песчано-глинистыми отложениями, морскими, континентальными и вулканическими породами палеозоя [505].

На побережьях морей Лаптевых и Восточно-Сибирского располагаются Приморские низменности Якутии – обширные равнинные пространства высотой обычно не более 150 м. Это плоские и пологоувалистые равнины, сложенные алевритами и супесями «едомного» комплекса с мощными (до 4-6 м и более) полигонально-жильными льдами. Цоколем являются плиоцен-четвертичные морские осадки. Значительные площади занимают плейстоцен-голоценовые аласные и аллювиально-дельтовые отложения. Приморские низменности Якутии состоят из нескольких частей. Самая западная из них ограничена скалистыми кряжем Чекайовского (539 м) и плато Кыстык (465 м). Она продолжает Северо-Сибирскую низменность на Анабаро-Оленёкском междуречье. На севере возвышается обособленный кряж Проищицева (134 м), северный склон которого спускается к низменным прибрежным термокарстовым равнинам с большим количеством озёр. На правобережье Лены находятся Хараулахский хребет (994 м) – северное окончание Верхоянского хребта (2283 м) [505].

Низменная дельта Лены сложена четвертичными отложениями. Лишь в её центральной части известны выходы девонских карбонатных отложений (о. Столб) и неогеновых отложений на о. Сардах [505]. Современные отложения слагают первую террасу высотой 8-12 м. В северо-восточной прибрежной части дельты узкой полосой развита морская терраса высотой 3,5-4 м. В её строении принимают участие торфяники и пески.

К востоку от дельты Лены в строении побережья западного берега губы Буор-Хая принимают участие преимущественно скальные породы верхоянской серии. Четвертичные отложения слагают узкий (до 4 км) п-ов Быковский, на 30 км вдающийся в залив. Верхнеплейстоценовые породы «едомного» комплекса интенсивно разрушаются термоабразией. Встречаются также дельтовые верхнеголоценовые отложения. Вдоль

берега тянется узкая полоса песчаных пляжей [505].

Между Яной и Индигиркой располагается Яно-Индигирская низменность. В её северной части располагаются останцовые гранитные массивы высотой до 410 м. На южном побережье моря Лаптевых от восточного берега губы Буор-Хая до Селляхской губы вскрываются только верхнекайнозойские отложения. Четвертичный комплекс представлен среднеплейстоценовыми песчаными осадками мощностью до 10-15 м, верхнеплейстоценовым «едомным» комплексом, голоценовыми аласными, дельтовыми и морскими отложениями. В дельтах рек Яна и Чондон морские осадки занимают большие площади. По составу голоценовые отложения преимущественно песчаные [505].

#### *4.4.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий*

Под влиянием жестких природных условий, разнообразие и численность флоры и фауны в море Лаптевых еще беднее, чем в соседнем Карском море. Растительный мир представлен, главным образом, диатомовыми водорослями. Встречаются некоторые виды макрофитов, зоопланктонные организмы. В прибрежной полосе встречаются иглокожие (морские звезды, ежи), моллюски, многощетинковые черви и некоторые другие беспозвоночные животные.

Видовой состав рыб в море Лаптевых насчитывает чуть более 40 видов, это, в основном некрупные корюшка, сайка, мойва, навага и некоторые другие виды тресковых. Достаточно много полупроходных рыб, выходящие в море из устьев впадающих рек для нагула. Здесь можно встретить нельму, осетра, омуля, сига, арктического гольца. Рыбный промысел не развит, поскольку море редко открыто для прохода судов из-за ледяного панциря. Небольшие рыболовные артели промышленляют рыбу в бухтах, заливах и устьях впадающих рек.

На обрывистых берегах материка и островов часто присутствуют шумные птичьи базары, устраиваемые чайками, кайрами, чистиками и другими морскими птицами.

Среди морских млекопитающих здесь можно повстречать моржей, несколько видов тюленей, белух. Вдали от береговой зоны неплохо себя чувствуют многие виды китообразных, в основном полосатиков, питающиеся планктонными организмами.

Из сухопутных млекопитающих обитают песец, белый медведь.

#### 4.4.2 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

##### *4.4.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие*

Восточный Таймыр, Новосибирские острова и Северная Якутия – наиболее удалённые, слабо освоенных и малонаселенных районов Российской Арктики. Во всем регионе проживает всего лишь около 50 тыс. человек. Административно регион входит в состав Таймырского автономного округа и Республики Саха (Якутии). В настоящее время хозяйственная специализация этого региона в основном сельскохозяйственная - оленеводство, рыболовство и, в небольших масштабах, клеточное звероводство. Немногочисленные промышленные предприятия имеют главным образом горнодобывающую направленность. В пос. Каяк Хатангского района работает угольная шахта. На базе Эбеляхского месторождения с 1980 г. действует алмазодобывающее предприятие. Выпускает продукцию оловоперерабатывающий Депутатский ГОК [505].

Транспортные предприятия этого района – Ленское объединенное речное пароходство, порты Хатанга. Тикси и Нижнеянк, аэропорты Хатанга, Тикси.

С 80-х годов XX в. нагрузка на экосистему региона в целом сокращается [505].

##### *4.4.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия*

За исключением возможной активизации морского сообщения по трассе Северного морского пути, реальных проектов активизации хозяйственного освоения региона на обозримую перспективу не существует.

##### *4.4.2.3. Особо охраняемые природные объекты моря Лаптевых*

Таймырский государственный природный заповедник создан 23 февраля 1979 года Постановлением СМ РСФСР. В 1995 году решением МАБ ЮНЕСКО Таймырский заповедник получил статус биосферного. Таймырский заповедник имеет кластерный характер и состоит из 4 участков: Основной тундровой территории (правобережье р. Верхняя Таймыра в пределах Северо-Сибирской низменности) в Хатангском и Диксонском районах Таймырского АО, «Ары-Мас», «Лукуновское», филиал «Арктический» (433220 га); и охранной зоны в Хатангском районе Таймырского АО. Участки заповедника охватывают более 4-х градусов по широте и представляют зоны лесотундры, подзоны

южных, типичных и арктических равнинных тундр, а также горные тундры гор Бырранга и морскую акваторию заливов моря Лаптевых [549; 550; 551].

Площадь заповедника 1781928 га. Арктический филиал включает 37018 га морской акватории (бухта Прончищевой и несколько других заливов моря Лаптевых) [549; 550; 551].

Горные хребты гор Бырранга (в той части, где они охвачены Арктическим филиалом заповедника) сложены известняками, один из них даже носит название гряды Белой. Кроме того, Арктический филиал охватывает узкую полосу холмистых предгорных равнин, сложенных ледниковыми и морскими отложениями - валунными суглинками, песчано-галечным материалом, с высотами 80-200 м; а также полосу приморских низменных равнин с высотами до 50 м, сложенных галечниками и песками, местами выходят на поверхность коренные скальные породы. Восточная часть Арктического участка располагается на приморской низменности Берега Прончищева, сложенной четвертичными морскими и отчасти ледниковыми рыхлыми отложениями сравнительно небольшой (50-100 м) мощности, часты выходы коренных скальных пород. По морскому побережью имеются выходы дочетвертичных (меловых и более ранних) песков и песчаников [549; 550; 551; 552].

В заповеднике представлены природные комплексы арктических тундр и арктических пустынь с характерными флорой и фауной. Многочисленны водоплавающие и околоводные птицы и их гнездовья (гага-гребенушка, гуменники др.). Редкие и исчезающие виды животных, в т.ч. виды, включенные в Красную книгу РФ: чернозобая и белоклювая гагары, краснозобая казарка, малый лебедь, орлан-белохвост, беркут, кречет, сапсан, белый медведь, лаптевский морж (имеются лежбища). Ценные виды рыб (нельма, муксун, омуль, ряпушка и др.). Териофауна: заяц-беляк, песец, волк, дикий северный олень (самая многочисленная популяция в мире). Основная часть популяции овцебыка. Территория включена в Перспективный список Рамсарской конвенции. Из морских млекопитающих в заповеднике обитают белуха, кольчатая нерпа, лахтак и морж, более или менее многочисленна только кольчатая нерпа. Белухи осенью довольно часто заходят далеко вверх по Хатанге и ее притокам, следуя за косяками ряпушки, периодически они встречаются в р. Новой на участке «Ары-Мас» [549; 550; 551; 552].

Усть-Ленский государственный природный заповедник организован 18 декабря 1985 года Постановлением СМ РСФСР №571. Заповедник расположен в устье Лены и на западном склоне северной оконечности хр. Хараулах, на территории Булунского района (улуса) Республики Саха (Якутия). Общая площадь заповедной территории – 1433000 га, площадь акватории 603883 га. Количество кластеров 2: "Дельтовый" (между протоками

Арынской и Мачаа-Юёсэ), площадью 1300 тыс. га и "Сокол" (занимает северные отроги Хараулахских гор), площадью 133 тыс. га. Охранная зона заповедника была создана Постановлением СМ Якутской АССР № 111 от 13.03.1986 г. Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) № 33 от 4 апреля 1993 г. архипелаг "Новосибирские острова" был включен в охранную зону. Общая площадь охранной зоны составляет 1050000 га. В 1996 году на правах структурного подразделения заповедника был создан природный резерват "Дельта Лены" республиканского подчинения. Территория заповедника в 2000 году включена в Список Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (номинация "Дельта Лены"). Большая часть территории заповедника (13000 км<sup>2</sup>, или 91%) приходится на дельту Лены, и только 9% (13000 км<sup>2</sup>) его общей площади занимают северные отроги Хараулахских гор [553; 554].

Территория заповедника неоднородна в геологическом отношении. Участку «Дельтовый» присущ аккумулятивный тип рельефа, участку «Сокол» - низкогорный эрозионно-тектонический. Согласно схеме геоморфологического районирования (Северная Якутия, 1960) участок "Дельтовый" входит в состав района дельты р. Лены подобласти Лено-Анабарской низменности Северной низменной области, горный участок "Сокол" - в состав подрайона кряжа Приморского района Хараулахских гор подобласти Верхоянской горной системы горной области Северо-Восточной Якутии [553; 554].

Дельта р. Лены представляет собой островную низменность, разделенную Большой Туматской протокой на более высокую и древнюю западную и низкую восточную (не выше 6-8м) части (Северная Якутия, 1960). Восточную часть А. И. Гусев (1952) называет собственно дельтой. Острова здесь, за исключением нескольких высоких, относятся к современным образованиям. Эта часть дельты начинается у высокого (114 м) скалистого останца - о. Столб. К западу от него располагается невысокий (до 30 м) эрозионный останец - гора Кубалах-Хайа, а к ССЗ - останцы Орто-Хайа (43м) и Америка-Хайа (57м). Среди рыхлых современных отложений дельты только эти останцы сложены дочетвертичными породами, в основном песчаниками и известняками. Прилегающий к дельте р. Лены участок Хараулахского хребта - участок "Сокол" заповедника - обладает мягкими формами рельефа с абсолютными высотами 200-300, до 500-550м. Отдельные гряды и сопки разделяются долинами рек и довольно широкими озерно-холмистыми низинами. Широкое распространение на территории заповедника имеют отрицательные формы рельефа, обязанные своим происхождением термокарсту: блюдца, воронки, ложбины до 1-3 м глубиной, термокарстовые котловины и т.д. [553; 554].

Состав флоры: лишайники – 237; лишайники – 237; мхи – 115; плауновидные – 1; папоротниковидные – 4; голосеменные – 1; покрытосеменные – 402. Флора «Дельтового»

участка типично-арктическая, флора участка «Сокол» относится к гипоарктической. Растительный покров дельты Лены отличается большим своеобразием и включает, наряду с дельтовыми растительными группировками, приморские луга, болота, тундроболота, ивняки и другие тундровые ассоциации. Южная часть дельты Лены относится к подзоне северных субарктических тундр, северная – к подзоне южных арктических тундр. Восточная и юго-восточная части участка «Дельтовый» почти сплошь заняты полигонально-валиковыми тундроболотами. Полигоны заполнены водой, частично заняты зарослями осоки прямостоящей и пушицы Шойхцера, арктофилы рыжеватой. Мхи образуют особый ярус, состоящий из дрепанокладусов и калиергонов. Полигоны окружены валиками с фрагментами ивково-травяно-зеленомошной тундры. Преобладают широко распространенные виды равнинных тундр - кустистые кладины и кладонии, цетрарии, «волчья шерсть» (алектория бледноохристая), пельтигера, корниулярия, стереокаулон, сферофорус, тамнолия, дактилина, охролехия и др. [553; 554].

Состав фауны: рыбы – 32; земноводные – 1; птицы – 109; млекопитающие – 33. В список млекопитающих заповедника входят 28 видов наземных и 5 видов морских млекопитающих. Белый медведь, песец, дикий северный олень, копытный и сибирский лемминги, полевка Миддендорфа являются аборигенами тундры. Постоянно пребывают на территории заповедника волк, землеройки, горностаи, ласка, заяц-беляк, полевка - экономка. Целая группа млекопитающих регулярно заходит в дельту Лены - это соболь, лось, рысь, ондатра, бурый медведь, росомаха. Горный фаунистический пояс в заповеднике (на участке «Сокол») представлен снежным бараном, северной пищухой, лемминговидной полевкой. Среди курумов встречаются норы тарбагана. В последние годы отмечаются факты возвращения на береговые лежбища лаптевских моржей, уничтоженных в этих водах еще в 40-е годы XX века. Благодаря охране и снижению активности судоходства на трассе Севморпути лаптевский морж, а также белуха и нерпа постепенно восстанавливают свою численность. Нарвал в водах моря Лаптевых очень редок, несколько большую численность имеет лахтак (морской заяц). Участок «Сокол» является местом зимовки стада примерно 500-600 голов северного оленя.

В дельте обитает около 7 тыс. краснозобых и 25 тыс. чернозобых гагар, более 10 тыс. малых лебедей, около 10 тыс. гусей, белолобых и гуменников, около 2 тыс. черных казарок. На территории заповедника гнездятся чирок-свистунок, шилохвость, морянка, гага-гребенушка, сибирская гага. Большой редкостью в дельте стали стерх, клоктун, длинноносый крохаль, хохлатая чернеть, белый гусь, лебедь-кликун, белая чайка [553; 554]. Воробьиные птицы насчитывают в заповеднике 27 видов, 17 гнездится здесь, они встречаются по обе стороны от главного водораздела Приморского кряжа, хребта Туора-

Сис и по всей дельте. Пуночка и лапландский подорожник наиболее многочисленны из них. Здесь обычны рогатый жаворонок, варакушка, краснозобый конек, белая трясогузка, сибирская завирушка, сибирский вьюрок, пеночка-весничка, обыкновенная каменка. В заповеднике обитают три вида поморников, длиннохвостый, средний и короткохвостый, питающиеся леммингами и мелкими птицами тундры. Среди куликов, гнездящихся в дельте, преобладают плосконосый плавунчик, турухтан, кулик-воробей, белохвостый песочник, краснозобик, чернозобик и дутыш. Широко распространена камнешарка, на сырых заболоченных местах устраивают гнезда плосконосый плавунчик, тулес, бурокрылая ржанка, круглоносый плавунчик. На восточных склонах Приморского края обитает хрустан. Из чаек преобладают серебристая и бургомистр, реже встречаются розовая и вилохвостая чайка, полярная крачка. Благодаря принятым мерам охраны розовая чайка, лебеди и белый канадский гусь значительно увеличили численность своих популяций. В дельте зимуют сова, тундряная и белая куропатка, ворон. В редколесьях о. Тит-Ары обитают кукушка, варакушка, лапландский подорожник, пуночка. Хищные птицы представлены кречетом, дербником, зимующей здесь белой совой. Сокол-сапсан селится на скалистых обрывах по Быковской протоке и в горных ущельях рек Приморского края. Пары соколов постоянно селятся на скалах горы Сокол, о. Столб и в других местах. Одним из редких видов горных ландшафтов является беркут, в дельту залетает орлан-белохвост.

В водах дельты Лены встречаются осетр, ряпушка, омуль, муксун, налим, сиг, таймень. В водах, омывающих дельту наиболее многочисленна сайка, встречаются корюшка, черная треска, голец, тихоокеанская сельдь, навага, рогатка ледовитоморская. В озерах дельты обычны пелядь и чир. В устьевых участках протоков дельты рыбные ресурсы активно осваиваются, вылавливаются в основном ценные сиговые породы [553; 554].

## 4.5 ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ

4.5.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

### 4.5.1.1 Географическое положение

Восточно-Сибирское море частично ограничено естественными рубежами, частично – условными линиями, указанными ранее на рисунке 4.35 [3].

Западная граница проходит от точки пересечения меридиана северной оконечности о. Котельный с краем материковой отмели ( $79^{\circ}$  с.ш.,  $139^{\circ}$  в.д.) до северной оконечности этого острова (м. Анисий), затем по его западному берегу и далее следует вдоль восточной границы моря Лаптевых.

Северная граница проходит по краю материковой отмели от точки с координатами  $79^{\circ}$  с.ш.,  $139^{\circ}$  в.д. до точки с координатами  $76^{\circ}$  с.ш.,  $180^{\circ}$  в.д.

Восточная граница – от точки с координатами  $76^{\circ}$  с.ш.,  $180^{\circ}$  в.д. по меридиану  $180^{\circ}$  до о. Врангеля, затем по его северо-западному берегу до м. Блоссом и далее до м. Якан на материке.

Южная граница проходит по материковому берегу от м. Якан до м. Святой Нос (западная граница пролива Дмитрия Лаптева и Санникова).

В принятых границах Восточно-Сибирское море имеет следующие размеры: площадь 913 тыс. км<sup>2</sup>, объем 49 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина 54 м, наибольшая глубина 915 м. По географическому положению и гидрологическим условиям море относится к типу материковых окраинных морей [3].

### 4.5.1.2 Основные характеристики Восточно-Сибирского моря

Геологическое строение, рельеф дна. Береговая линия Восточно-Сибирского моря образует крупные изгибы, местами уходящие глубоко в сушу, местами выступающие в море, между которыми есть участки с ровной линией берега. Островов в Восточно-Сибирском море мало [3].

Подводный рельеф шельфа представляет собой равнину, наклоненную с юго-запада на северо-восток, как видно на приведенном ранее рисунке 4.35 [3]. Дно моря не имеет значительных впадин и возвышенностей. Преобладают глубины до 20-25 м. К северо-востоку от устьев Индигирки и Колымы на морском дне отмечены относительно глубокие желоба. Предполагают, что это следы древних речных долин, ныне залитых морем.

Область малых глубин в западной части моря образует Новосибирскую отмель. Наибольшие глубины сосредоточены в северо-восточной части моря, но они нигде не превышают 100 м. Резкое увеличение глубин происходит в промежутке от 100 до 200 м.

Климат. Восточно-Сибирское море находится в зоне соприкосновения атмосферного воздействия Атлантического и Тихого океанов. В западную часть моря, хотя редко, но все же проникают циклоны атлантического происхождения, а в его восточные районы – тихоокеанского. Все это характеризует климат Восточно-Сибирского моря как полярный морской, но со значительным влиянием континента [3].

Зимой над морем преобладают юго-западные и южные ветры со скоростью 6-7 м/с. Они приносят с собой холодный воздух с континента, поэтому среднемесячная температура воздуха в январе держится около  $-28...-30^{\circ}$ . Для зимы характерна спокойная ясная погода, которую в некоторые дни нарушают циклонические вторжения. Атлантические циклоны на западе моря обуславливают усиление ветра и некоторое потепление, а тихоокеанские циклоны, имеющие в тылу холодный континентальный воздух, только увеличивают скорость ветра, облачность и вызывают метели в юго-восточной части моря. На гористых участках побережья с прохождением тихоокеанских циклонов связано образование местного ветра – фена. Обычно он достигает здесь штормовой силы, несет с собой некоторое повышение температуры и уменьшение влажности воздуха [3].

В течение лета скорость ветра постепенно возрастает, достигая в среднем 6-7 м/с. К концу лета западная часть Восточно-Сибирского моря становится одним из наиболее бурных участков трассы Северного морского пути. Часто ветер дует со скоростью 10-15 м/с. Юго-восточная часть моря значительно спокойнее. Усиление ветра здесь связано с фенами. Устойчивые северные и северо-восточные ветры обуславливают низкую температуру воздуха. Средняя июльская температура всего  $0+1^{\circ}$  на севере моря и  $+2-3^{\circ}$  в прибрежных районах. Понижение температуры с юга на север объясняется охлаждающим влиянием льдов и согревающим воздействием материка. В летнее время над Восточно-Сибирским морем стоит преимущественно пасмурная погода с мелким морозящим дождем. Иногда идет мокрый снег. Сравнительно холодное лето во всем море, бурная погода в конце лета и особенно осенью в окраинных районах моря и затишье в его центральной части – характерные климатические черты моря [3]. Речной сток. В отличие от морей Карского и Лаптевых, материковый сток в Восточно-Сибирское море сравнительно невелик. Он составляет около  $250 \text{ км}^3/\text{год}$ , т.е. всего 10% от общего объема речного стока во все арктические моря России. Река Колыма за год дает  $132 \text{ км}^3$  воды, река Индигирка сбрасывает  $59 \text{ км}^3$ . Все остальные реки за это же время поставляют в море

примерно 35 км<sup>3</sup> воды. Вся речная вода поступает в южную часть моря, причем примерно 90% стока приходится на летние месяцы. Небольшая мощность потоков не позволяет речной воде распространяться далеко от устьев даже во время максимального стока. В связи с этим при столь обширных размерах Восточно-Сибирского моря береговой сток существенно не влияет на его общий гидрологический режим, а лишь обуславливает некоторые гидрологические особенности прибрежных участков в летнее время [3].

Гидротермические условия. Температура воды на поверхности во все сезоны в целом понижается с юга на север. Зимой она близка к точке замерзания и вблизи устьев рек равна -0,2...-0,6°, а у северных границ моря -1,7...-1,8°. Летом распределение поверхностной температуры обусловлено ледовой обстановкой. Температура воды в заливах и бухтах достигает +7-8°, а в открытых свободных ото льда районах только +2-3°, а у кромки льда она близка к 0°. Мелководное слабо прогреваемое Восточно-Сибирское море – одно из самых холодных арктических морей нашей страны [3].

Соленость на поверхности увеличивается от юго-запада к северо-востоку. Горизонтальное и вертикальное распределение солености в море во многом определяется ледовой обстановкой и материковым стоком. Зимой и весной она равна 4-5‰ вблизи устьев Колымы и Индигирки, достигает величин 24-26‰ у островов Медвежьих, увеличивается до 28-30‰ в центральных районах моря и повышается до 31-32‰ на его северных окраинах. Летом в результате притока речных вод и таяния льдов величины поверхностной солености уменьшаются до 18-22‰ в прибрежной зоне, 20-22‰ у островов Медвежьих, 24-26‰ на севере у кромки тающих льдов [3].

Общая циркуляция вод. Постоянные течения на поверхности Восточно-Сибирского моря образуют слабо выраженную циклоническую циркуляцию. Вдоль материкового побережья выражен устойчивый перенос вод с запада на восток. У м. Биллингса часть из них направляется на север и северо-запад, выносится к северным окраинам моря, где включается в поток, идущий к западу. При разных синоптических ситуациях изменяется и движение вод. В одних случаях, преобладают выносные, а в других – нажимные течения, например, в районе пролива Лонга. Часть вод из Восточно-Сибирского моря через этот пролив выносится в Чукотское море. Постоянные течения часто нарушаются ветровыми, которые бывают сильнее постоянных [3].

Приливы, уровень моря. В Восточно-Сибирском море наблюдаются правильные полусуточные приливы. Их вызывает приливная волна, которая входит в море с севера и движется к побережью материка. Фронт ее вытянут с ССЗ на ВЮВ от Новосибирских островов к о. Врангеля. Наиболее отчетливо приливы выражены на северо-западе и да севере, где приливная волна только входит в пределы моря. По мере движения на юг они

ослабевают, так как океанская приливная волна в значительной степени гасится на мелководье, поэтому на участке от Индигирки до м. Шелагского приливные колебания уровня почти не заметны. Западнее и восточнее этого района величина прилива тоже мала (5-7 см) [3]. В устье Индигирки конфигурация берегов и рельеф дна способствуют увеличению приливов до 20-25 см. Годовой ход уровня моря характеризуется максимально высоким его положением в июне - июле, когда имеет место обильный приток речных вод. Сокращение материкового стока в августе ведет к понижению уровне на 50-70 см. В результате преобладания нагонных ветров осенью, в октябре происходит подъем уровня. Зимой уровень понижается и в марте - апреле достигает своего самого низкого положения. В летний сезон очень ярко выражены сгонно-нагонные явления, при которых колебания уровня достигают 60-70 см. В устье Колымы и в проливе Дмитрия Лаптева они достигают максимальных для всего моря величин (2,5 м). Быстрая и резкая смена положений уровня – одна из характерных черт прибрежных районов моря [3].

Волнение. На свободных ото льда пространствах моря развивается значительное волнение. Оно бывает наиболее сильным при штормовых северо-западных и юго-восточных ветрах, имеющих самые большие разгоны над поверхностью чистой воды. Максимальные высоты волн достигают 5 м, обычно их высота 3-4 м. Сильное волнение наблюдается главным образом в конце лета – начале осени (сентябрь), когда кромка льда отступает к северу. Западная часть моря более бурная, чем восточная. Его центральные районы относительно спокойны [3].

Ледовый режим. Восточно-Сибирское море – самое ледовитое из российских морей. С октября – ноября по июнь – июль оно полностью покрыто льдом. В это время преобладает принос льдов из Центрального Арктического бассейна в море, в отличие от других морей Арктики, где превалирует выносной дрейф льда. Характерная особенность льдов Восточно-Сибирского моря – значительное развитие припая зимой. При этом он наиболее широко распространяется в западной мелководной части моря и занимает узкую прибрежную полосу на востоке. На западе моря полоса припая достигает 400-500 км ширины, соединяясь с припаем моря Лаптевых, в центральных районах – 250-300 км и к востоку от м. Шелагского – 30-40 км. К концу зимы толщина припая достигает 2 м. С запада на восток толщина припая уменьшается. За припаем располагаются дрейфующие льды. Обычно это однолетний и двухлетний лед толщиной 2-3 м. На самом севере моря встречается многолетний арктический лед. Преобладающие зимой ветры южных румбов часто относят дрейфующие льды от северной кромки припая. В результате этого появляются значительные пространства чистой воды и молодых льдов, образующие Новосибирскую на западе и Заврангелевскую на востоке стационарные полыньи. После

вскрытия и разрушения припая кромка льдов изменяет свое положение под действием ветров и течений. Однако льды всегда встречаются к северу от полосы о. Врангеля – Новосибирские острова. В западной части моря на месте обширного припая формируется Новосибирский ледяной массив [3]. Он состоит преимущественно из однолетних льдов и к концу лета обычно разрушается. Подавляющая часть пространств на востоке моря занята отрогом Айонского океанического ледяного массива, который в значительной мере образует тяжелые многолетние льды. Его южная периферия в течение всего года почти примыкает к побережью материка, усложняя ледовую обстановку в море.

Гидрохимические условия. Осенью и зимой воды Восточно-Сибирского моря хорошо аэрированы. Относительное содержание кислорода со временем меняется незначительно: от 96 до 93% насыщения. В эти же сезоны отмечается довольно высокое содержание (от 25 до 40 мкг/л) фосфатов в морской воде. Это объясняется слабым развитием фитопланктона под ледяным покровом. Весной и летом активный газообмен с атмосферой и интенсивный фотосинтез ведут к повышению относительного содержания кислорода в воде до 105-110% насыщения. Бурно развивающийся в особенности у кромки льдов фитопланктон активно потребляет фосфаты, из-за чего содержание их в воде понижается до 20 и даже до 10 мкг/л [3].

#### *4.5.1.3 Характеристика берегов Восточно-Сибирского моря*

Протяженность береговой линии Восточно-Сибирского моря – 5090 км, из них материковая – 3145 км, островная – 1945 км [505]. Характер и распространенность разных типов берегов Восточно-Сибирского моря имеет большую специфику – здесь практически отсутствуют неизменные или слабо измененные морем берега, как видно на рисунке 4.38 и из таблицы 4.6. Это явилось следствием расположения вдоль побережья низменных озерно-аллювиальных и водно-ледниковых равнин, берега которых сложены рыхлыми отложениями [505]. Еще одной характерной особенностью моря является заметное преобладание аккумулятивных берегов (41,8%). В других арктических морях отмечается некоторый перевес абразии. Развитие аккумулятивных форм стало следствием мелководности прибрежной зоны, преобладания современного опускания территории, особенностей ветро-волнового режима. Способствуют активной аккумуляции большие объемы рыхлого материала (аллювиального и флювиогляциального) на подводном склоне.



**A** — Берега, сформированные тектоническими, субаральными эрозионными и ледниковыми экзарационно-аккумулятивными процессами и мало изменённые волнами моря

**I** — Ингрессионные берега (с узкими заливами)

- Фиордовые (1)
- Фиардовые (2)
- Шхерные (3)
- Эстуаривые (4)

**II** — Первично-ровные

- Сбросовые (5)

**B** — Берега, формирующиеся под воздействием неволновых процессов

**III** — Потамогенные

- Дельтовые (6)

**IV** — С приливными осушками (илистыми и песчаными)

- Илистые (7)

**V** — Термоабразионные

- Термоабразионные (8)
- Ледяные (9)

**VI** — Денудационные

- Денудационные (10)
- Солифлюкционные (11)
- Осыпные (12)

**B** — Берега, формирующиеся под воздействием волновых процессов

**VII** — Выравнивающиеся

- Бухтовые (13)
- Аккумулятивно-бухтовые (14)

**VIII** — Выровненные

- Абразионные (15)
- Абразионно-аккумулятивные (16)
- Аккумулятивные (плешевые) (16a)
- Лагунные (17)
- С клифом и террасой (18)
- Аккумулятивные с размывом, с песчаным или песчано-галечным пляжем (18a)

**IX** — Вторично расчленённые

- Абразионно-аккумулятивно-бухтовые (19)

**A, B, B** — типы морского берега;

**I – IX** (римские цифры) — подтипы расчленения берегов

**1 – 19** (арабские цифры) — основные причины, обусловившие исходное расчленение береговой линии

Рисунок 4.38 – Морфологические типы берегов Восточно-Сибирского моря [508]

Таблица 4.6 – Соотношение типов берегов Восточно-Сибирского моря (%) [505]

Типы берегов	Материковое побережье	Острова	Всего
неизменные морем	-	-	
абразионно-денудационные	3,3	5,1	
абразионные	4,8	15,2	
абразионные отмершие	1,9	1,0	
термоабразионные	21,9	29,9	
абразионно-аккумулятивные	5,6	8,2	
аккумулятивные пляжевые	4,6	26,0	
лагунные	3,3	1,0	
нагонные (осушные)	35,0	13,1	
дельтовые	19,6	0,5	

Восточно-Сибирское море из всех арктических морей отличается наибольшей отмелостью. На многих участках в 3 км от берега глубины едва достигают 1-2 м, а уклоны дна 0,0003-0,0004 сохраняются на расстоянии до 18 км от берега [505]. Со стороны суши к морю подходит так же пологая низменная озерно-аллювиальная равнина. Волновое воздействие на берег снижено вследствие малых уклонов дна и наличием на море большую (свыше 80%) часть года ледового покрова. В таких условиях основным берегоформирующим фактором становятся сгонно-нагонные явления. Вдоль береговой линии моря (особенно в его западной половине) сформировались широкие (до 4-5 км) илистые осушки, в пределах которых урез воды мигрирует в зависимости от синоптических условий. Малые скорости течения способствуют аккумуляции глинистых частиц, тонкие осадки перемещаются по поверхности осушек нагонными течениями, постепенно заполняя их [505]. На возвышенных участках прибрежной равнины имеются абразионные участки берега. Поскольку и тут абразионные уступы окаймлены ветровыми осушками, воздействие волн на клиф осуществляется только во время высоких ветровых нагонов. Высота уступов размыва колеблется от 3-4 до 20-40 м [505].

Поскольку побережье сложено многолетнемерзлыми отложениями с высоким (до 50-80%) содержанием льда, термоабразионные берега, подобные представленным на рисунке 4.39, преобладают среди абразионных берегов как на материке, так и на островах.



Рисунок 4.39 – Термоабразионный берег [555]

Термоабразионные процессы развиваются также на берегах Чаунской губы – одного из самых крупных заливов Восточно-Сибирского моря. Средняя скорость размыва термоабразионных участков берега (в зависимости от криолитологического состава пород) составляет 1,5-3,5 м/год, максимальная до 11 м/год (м. Крестовский) [388].

Типично абразионные берега на материковом побережье Восточно-Сибирского моря приурочены к его восточной части, где близко к морю подходят отроги Анюйского хребта и Чукотского нагорья. Преобладание абразионных и абразионно-денудационных уступов наблюдается на участке берега от Певека до залива Нольде. Скальные породы (фаниты или сланцы) вскрываются абразией только на отдельных мысах (Медвежий, Каменный, Летяткина, Бол. Баранов, Шелагский и др.). Кроме волнения, в разрушении берегов здесь важную роль играет морозное выветривание. Аккумулятивные берега представлены в основном пляжевой и лагунной разновидностями и занимают небольшие участки между абразионными мысами [505; 388].

Интереснейшей береговой аккумулятивной формой этого региона является сложная пересыпь у м. Биллингса, представленная на рисунке 4.40. Разные исследователи рассматривают это аккумулятивное тело как косу, двойной бар или одиночный бар с останцом едомы в тыловой части. Пересыпь мыса Биллингса отделяет от моря акватории нескольких лагун овальной формы. Отметки штормового вала достигают 5,4 м, вместе с дюной – 6,8 м [505; 388].



Рисунок 4.40 – Восточно-Сибирское море, сложная пересыпь у м. Биллингса (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

Таким образом, в западной (большей) половине Восточно-Сибирского моря преобладают процессы сгонно-нагонной аккумуляции в совокупности с термоабразионными процессами, а в восточной (меньшей) половине побережья -

процессы волновой аккумуляции в сочетании с абразией [505; 388].

#### 4.5.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья

Узкой полосой вдоль побережья Восточно-Сибирского моря протягиваются низменности с лагунными берегами и морскими террасами, видимыми на рисунке 4.41. У входа в Чаунскую губу находится низменный (65 м) о. Айон. В пределах хребтов и их отрогов скальные породы мезозойского комплекса подмываются морем и образуют прерывистую полосу абразионных уступов. Континентальные озёрно-аллювиальные отложения выполняют межгорные впадины. Узкая прибрежная полоса шириной 15-30 м восточнее мыса Большой Баранов и о. Айон сложены «едомным» комплексом мощностью 10-40 м. Широко распространены морские голоценовые отложения, слагающие террасу шириной 2-5 м, береговые валы, бары и марши. К северу от устья Колымы находятся Медвежьи острова (278 м) – гранитные останцы с исполинскими каменными останцами – кигиляхами [505].

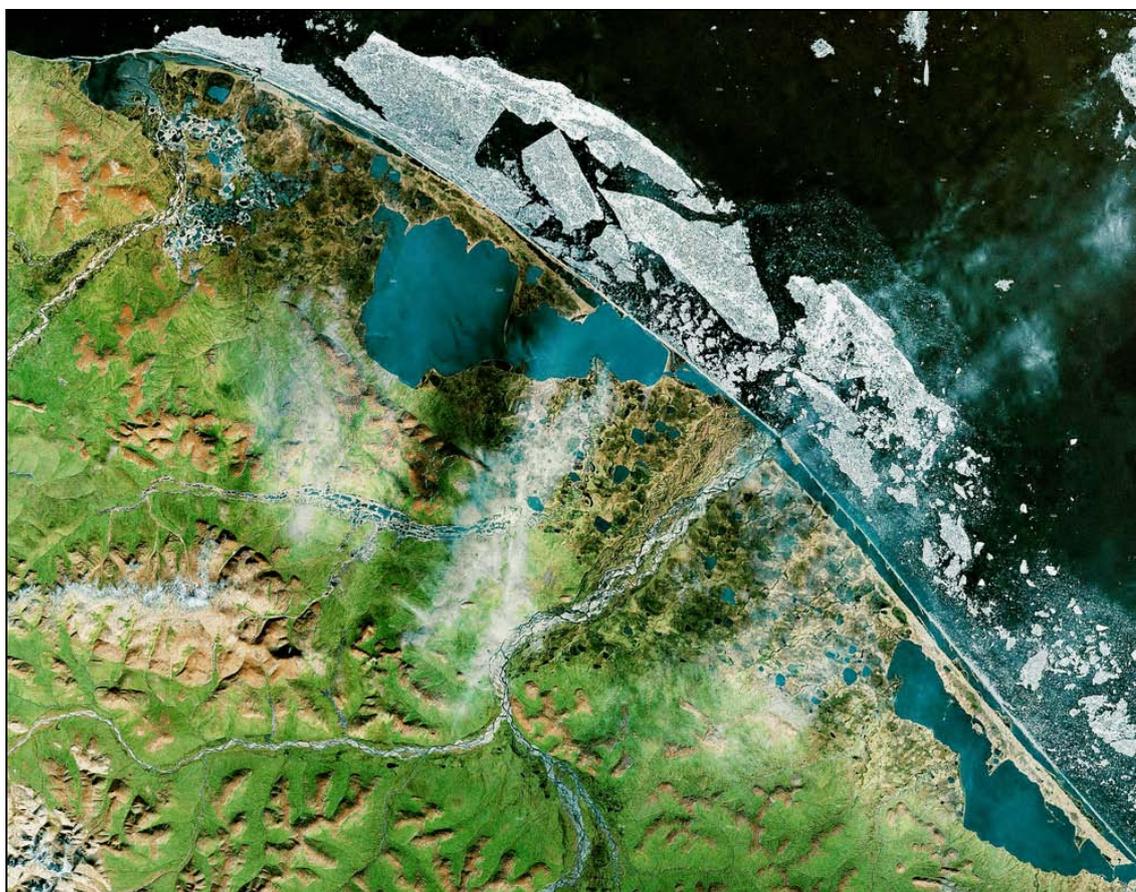


Рисунок 4.41 – Побережье Восточно-Сибирского моря изобилует аккумулятивными формами и лагунами (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

Архипелаг Новосибирские острова. На западном краю Новосибирско-Чукотской складчатой системы, на границе моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря находятся

Новосибирские острова. Архипелаг обладает сложной тектонической структурой и разделяется по особенностям геологического строения. Новосибирские острова состоят из трех групп островов: Ляховских (Большой и Малый Ляховские, Столбовой) максимальной высотой 293 м; Анжу (Бельковский, Котельный, Земля Бунге, Фаддеевский, Новая Сибирь) максимальной высотой 361 м; Де-Лонга (Беннетта, Генриетты, Жанетты, Жохова и Вилькицкого) максимальной высотой 426 м. Острова Котельный, Земля Бунге и Фаддеевский фактически представляют собой одно целое (площадь 23200 км<sup>2</sup>), что видно на рисунке 4.42, но считаются тремя разными островами. Низменная Земля Бунге, находящаяся между западной частью о. Котельный и полуостровом Фаддеевский, практически сливалась с покрытой льдом торосистой поверхностью моря, и на многих картах значилась как пролив, отделяющий о. Котельный от о. Фаддеевского. Сравнительно недавно (не более 800 лет назад) она представляла собой часть морского дна, сейчас это песчаная слаборасчленённая равнина с вкраплениями тундрово-болотных почв. На данной территории развивались эоловые и эрозионные процессы, формировались многолетнемерзлые грунты. В условиях мелководья прилегающих акваторий береговая линия неустойчива [505].

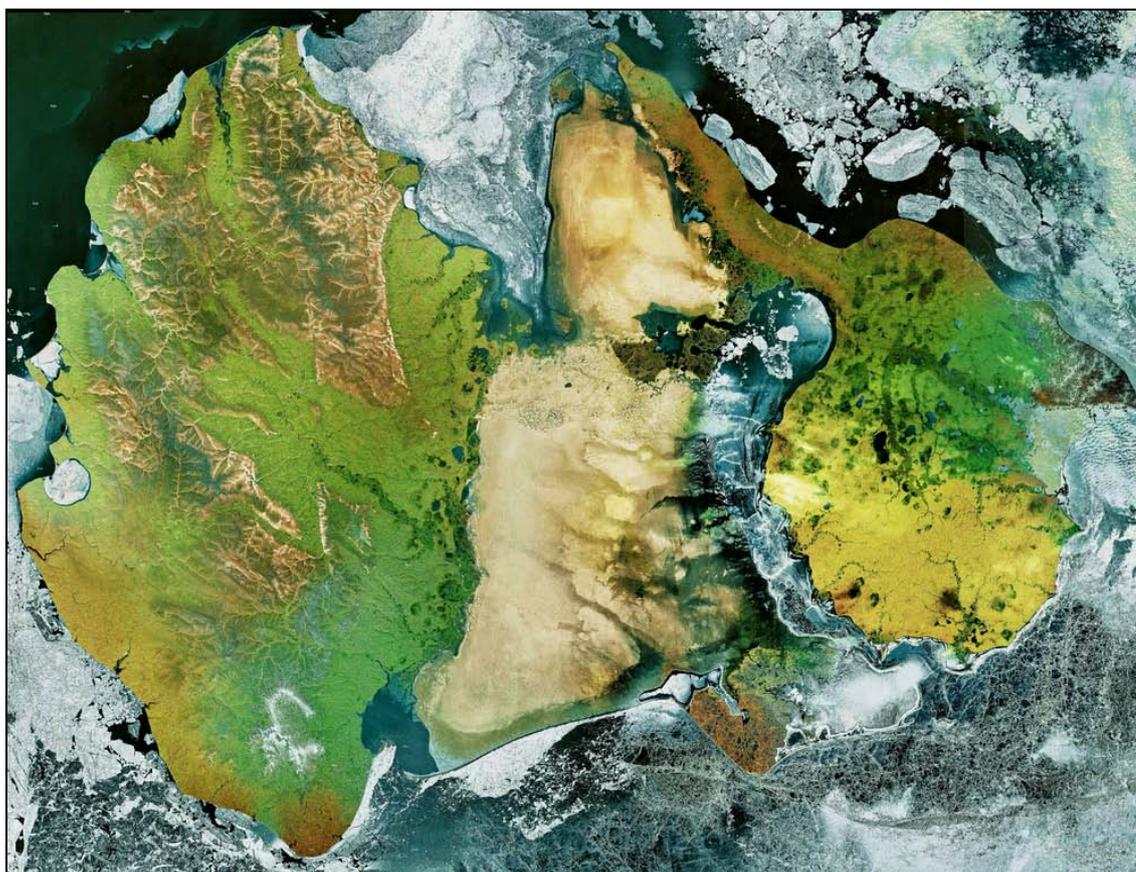


Рисунок 4.42 – Острова Котельный, Земля Бунге и Фаддеевский фактически представляют собой одно целое (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

Горы центральной части о. Котельного и о. Бельковский сложены карбонатными и терригенными отложениями палеозоя-мезозоя. Низменные прибрежные равнины практически всех крупных островов перекрыты мощной толщей позднемеловых-четвертичных отложений. На севере Фаддеевского острова и на Новой Сибири выделены плиоценовые осадки [505]. Острова Де-Лонга сложены терригенными и терригенно-вулканогенными породами кембрия-раннего мела, перекрытыми неоген-четвертичными базальтами. На всём архипелаге широко распространены интрузивные и эффузивные породы различного возраста. На о-вах Де-Лонга находятся небольшие ледниковые щиты.

Ландшафт большинства островов – арктическая тундра, озёра и болота.

#### *4.5.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий*

Суровость климата отложила отпечаток на развитие жизни в водах Восточно-Сибирского моря. Здесь прижились лишь самые стойкие к низким температурам формы фауны и флоры. Видовой состав мало отличается от соседнего моря Лаптевых, однако количественный несколько беднее. Присутствуют зоо- и фитопланктон, преимущественно диатомеи, изредка в прибрежной зоне западной части моря встречаются бурые и красные водоросли. Донная живность тоже скуднее, чем в соседних морях. Здесь очень редко можно встретить некоторые виды рачков, червей, кишечнополостных, иглокожих и створчатых моллюсков.

Рыбы представлены коренными жителями северных морей – европейской корюшкой, мойвой, тресковыми и сельдевыми, и некоторыми видами донных рыб. В прибрежной зоне у устьев впадающих рек можно встретить ценных рыб семейства лососевых, сиговых и осетровых, которые заходят сюда из рек и не удаляются от побережья.

Острова облюбованы морскими птицами, здесь часто встречаются птичьи базары, типичные для побережий северных морей.

Морские млекопитающие представлены белухами, тюленями, моржами и китообразными, в основном – полосатиками. В Карском море в незначительном количестве добывают моржей, но только для нужд местного населения, так как моржи с 1956 г. взяты под охрану государства.

Присутствует здесь белый медведь. На берегах можно встретить и более мелких хищников – песцов, каланов.

## 4.5.2 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

### 4.5.2.1 *Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие*

Побережье моря входит в состав Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округа. Якутское побережье населено слабо (до 20 тыс. чел.) и практически не освоено. Транспортные объекты – аэропорты Черский, Чокурдах, Певек, Мыс Шмидта, Залив Креста, Кепервеем, Лаврентия и Провидения, порты Зелёный Мыс на Колыме, Певек, Провидения. Суда перевозят каменный уголь Зырянского месторождения на Средней Колыме в Певек и Анюйск. Прочая хозяйственная деятельность Северо-Восточной Якутии ограничивается рыболовством и оленеводством, сбором мамонтовой кости [505]. Население всего Чукотского округа менее 70 тыс. человек. В пределах Чукотки основой хозяйства являлась горнодобывающая промышленность. В настоящее время большинство крупных предприятий закрыты или законсервированы. Поселки заброшены, рудники закрыты. Продолжают работать Билибинский и Полярный золотообогатительные ГОКи, множество золотопромышленных артелей. Одновременно с повторной промывкой аллювия разрабатываются новые перспективные участки. Крупнейшими предприятиями по производству электроэнергии на Чукотке являются Билибинская АЭС и работающая на колымском (зырянском) угле Чаунская (г. Певек) ТЭЦ [505].

В последние годы ведется интенсивное дорожное строительство. В 2001 г закончена прокладка автодороги Певек-Эгвекинот, действуют трассы Певек-Билибино, Певек-Бараниха, зимник Билибино-Анюйск-Черский [505]. На участках без капитальных дорог, практически везде развивается термоэрозия. Между м. Шелагским и полярной станцией Валькаркай все овраги и промоины длиной до 300-400 м и глубиной до 1,5 м «заложились» по тракторным колеям.

На Новосибирских островах после вывода служб РНС, ПВО, гидрографов, закрытия полярных станций заметно сократилась численность населения. Интенсивно ведется добыча мамонтовой кости [505]. В середине 80-х годов прошлого века на северном берегу о. Большой Ляховский было открыто месторождение россыпного олова; выполнен начальный этап буровых работ; появился поселок геологов. В начале 90-х годов, в связи с включением Новосибирских островов в охранную зону Усть-Ленского заповедника, вся хозяйственная деятельность здесь была прекращена.

#### *4.5.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия*

За исключением возможной активизации морского сообщения по трассе Северного морского пути, реальных проектов активизации хозяйственного освоения региона на обозримую перспективу не существует.

#### *4.5.2.3. Особо охраняемые природные объекты Восточно-Сибирского моря.*

В настоящее время на побережье Восточно-Сибирского моря ООПТ нет. На границе акватории Восточно-Сибирского моря и Чукотского моря расположен Государственный природный заповедник "Остров Врангеля". Описание заповедника приведено в разделе 4.6 «Чукотское море».

## 4.6 ЧУКОТСКОЕ МОРЕ

4.6.1 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧУКОТСКОГО МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

### 4.6.1.1 Географическое положение

Чукотское море частично ограничено сушей, а частично условными линиями, как видно на приведенном ранее рисунке 4.35:

Западная граница проходит от точки пересечения меридиана  $180^\circ$  с краем материковой отмели ( $76^\circ$  с.ш.,  $180^\circ$  в.д.) по меридиану  $180^\circ$  до о. Врангеля и далее вдоль восточной границы Восточно-Сибирского моря.

Северная граница проходит от точки с координатами  $72^\circ$  с.ш.,  $156^\circ$  з.д. до м. Барроу на Аляске.

Восточная граница проходит по материковому берегу Аляски до южного входного мыса бухты Шишмарева (п-ов Сьюард).

Южная граница Чукотского моря проходит по северной границе Берингова пролива от южного входного мыса бухты Шишмарева (п-ов Сьюард) до м. Уникан (Чукотский полуостров) и далее по материковому берегу до м. Якан. К Чукотскому морю относится пролив Лонга, западная граница которого проходит от м. Блоссом до м. Якан. Восточная граница пролива идет от м. Пиллар (о. Врангеля) до м. Шмидта.

В этих границах море занимает пространство между параллелями  $76^\circ$  и  $66^\circ$  с.ш. и меридианами  $180^\circ$  в.д. и  $156^\circ$  з.д., имеет площадь 595 тыс. км<sup>2</sup>, его объем равен 42 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина 71 м, наибольшая глубина 1256 м. Чукотское море по своему географическому положению, свободной связи с Северным Ледовитым океаном относится к типу материковых окраинных морей [3]. Большой своей частью к бассейну Чукотского моря относится о. Врангеля, полностью – о. Геральд.

### 4.6.1.2 Основные характеристики Чукотского моря

Геологическое строение, рельеф дна. В Чукотском море немного островов, впадающие в него реки маловодны, береговая линия слабо изрезана. Линию берега на большом протяжении образуют песчаные косы, отделяющие от моря лагуны. Дно Чукотского моря ровное. Оно лишено резких углублений и возвышений. Преобладают глубины 50 м, а максимальная не превышает 200 м. Изобаты 10 и 25 м подходят близко к

материку и следуют очертаниям береговой линии. Понижение дна в центральной части моря и поднятия по краям делают его похожим на чашу, что видно на приведенном ранее рисунке 4.35 [3].

Климат. В осенне-зимнее время направление ветров над морем неустойчиво. Ветры разных направлений имеют почти равную повторяемость. Скорость ветра в среднем равна 6-8 м/с. Температура воздуха осенью быстро понижается и в октябре на м. Шмидта и о. Врангеля уже достигает  $-8^{\circ}$ , с ноября она переходит к зимним величинам, а среди ветров начинают преобладать северо-западные. В феврале на севере моря преобладают ветры с севера и северо-востока, а на юге – северные и северо-западные. Во второй половине зимы над морем дуют преимущественно ветры южных румбов. Скорость ветра держится обычно около 5-6 м/с, уменьшаясь к концу зимы. Температура воздуха самого холодного месяца (февраля) в среднем достигает в Уэлене  $-28^{\circ}$ , на о. Врангеля  $-25^{\circ}$  и на м. Шмидта  $-28^{\circ}$ . Такие различия ее величины связаны с отепляющим влиянием Тихого океана и охлаждающим воздействием азиатского материка. Для зимы характерна пасмурная холодная погода с порывистым ветром, которая иногда нарушается затоками теплого воздуха с Берингова моря. Весной ветры приобретают преимущественно южное направление. Их скорость обычно не превышает 3-4 м/с. Летом в южной части моря преобладают ветры южного и юго-восточного направлений, а в его северных районах наблюдаются северные и северо-западные ветры. Их скорость обычно достигает 4-5 м/с. Температура воздуха самого теплого месяца (июля) в среднем равна в Уэлене  $+6^{\circ}$ , на о. Врангеля  $+2,5^{\circ}$ , на м. Шмидта  $+3,5^{\circ}$ . В отдельных закрытых пунктах материкового побережья она может достигать  $+10^{\circ}$  и даже  $+20^{\circ}$ . Летом удерживается пасмурная погода с дождем, который часто выпадает вместе со снегом. Лето очень короткое и уже в августе намечается его переход к следующему сезону [3].

Речной сток. Материковый сток в Чукотское море весьма мал. Сюда поступают всего  $72 \text{ км}^3$  речной воды в год, что составляет только около 5% от общего берегового стока во все арктические моря и доли процента от объема его вод. Из этого количества  $54 \text{ км}^3/\text{год}$  дают реки Аляски и  $18 \text{ км}^3/\text{год}$  приносят реки Чукотки. Столь небольшой береговой сток не влияет существенно на гидрологические условия Чукотского моря в целом, но сказывается на температуре и солености прибрежных вод [3].

Гидротермические условия. В значительной степени на гидрологический режим Чукотского моря воздействует водообмен с Центральным Полярным бассейном и поступление тихоокеанских вод. Через Берингов пролив в Чукотское море ежегодно приносится в среднем  $30000 \text{ км}^3$  тихоокеанской воды. Зимой и в начале весны температура в подледном слое воды распределяется довольно равномерно по пространству моря и

равна  $-1,6 \dots -1,8^{\circ}$ . В конце весны на поверхности чистой воды температура повышается до  $-0,5 \dots -0,7^{\circ}$  у кромки льдов и до  $+2-3^{\circ}$  у Берингова пролива. Летний прогрев и приток тихоокеанских вод с температурой  $+0,2-4,0^{\circ}$  повышают поверхностную температуру Чукотского моря. Температура воды в августе в прикромочной зоне равна  $-0,1 \dots -0,3^{\circ}$  в западной части, у берега ее величины достигают примерно  $4^{\circ}$ , к востоку от меридиана  $168^{\circ}$  з.д., где проходит ось тихоокеанского потока, она равна  $+7-8^{\circ}$ , а в восточной части Берингова пролива может достигать  $+14^{\circ}$ . В целом западная часть моря холоднее, чем восточная, где главным образом распространяются теплые тихоокеанские воды [3].

Соленость. На величину и пространственно-временное распределение солености на поверхности Чукотского моря влияют неодинаковый по сезонам приток тихоокеанских, а в прибрежной зоне и речных вод. Для зимы и начала весны характерна повышенная соленость подледного слоя, равная примерно 31‰ на западе, близкая к 32‰ в центральной и северо-восточной частях и наиболее высокая (33,0-33,5‰) в районе Берингова пролива, куда распространяются относительно соленые тихоокеанские воды. С конца весны и в течение лета, когда интенсивно тают льды, усиливается приток вод через Берингов пролив и увеличивается материковый сток, соленость увеличивается с запада на восток примерно от 28 до 30-32‰, что отражает взаимодействие вод холодного Чукотского и теплого Тихоокеанского течений. У кромки льдов в результате их таяния она уменьшается до 24‰, а вблизи устьев крупных рек ее значения равны 3-5‰. В районе Берингова пролива соленость продолжает оставаться наибольшей (32,5‰). Осенью с началом льдообразования начинается повсеместное увеличение солености и ее более равномерное распределение на поверхности моря [3].

Общая циркуляция вод Чукотского моря, помимо основных факторов, свойственных сибирским арктическим морям, в значительной мере определяется водами, втекающими через проливы Беринга и Лонга. Поверхностные течения моря в целом образуют слабо выраженный циклонический кругооборот, что видно на рисунке 4.43. Выходя из Берингова пролива, тихоокеанские воды распространяются веерообразно. Их основной поток направлен почти на север. На широтах залива Коцебу к ним присоединяются опресненные материковым стоком воды, выносимые из этого залива. Двигаясь дальше на север, воды Берингоморского течения возле м. Хоп разделяются на два потока. Один из них продолжает двигаться к северу и за м. Лисберн поворачивает на северо-восток к м. Барроу. Второй от м. Хоп отклоняется на северо-запад. Встревая на пути препятствие (о. Геральд), этот поток разбивается на две ветви. Одна из них (Лонговская ветвь) идет на запад к южным берегам о. Врангеля, где сливается с течением, огибающим этот остров с восточной стороны. Другая (Геральдовская ветвь), продолжая распространяться в северо-

западном направлении, через ложбину Геральд проникает до 73-74° с.ш. Здесь она встречается с местными холодными водами и поворачивает на восток.

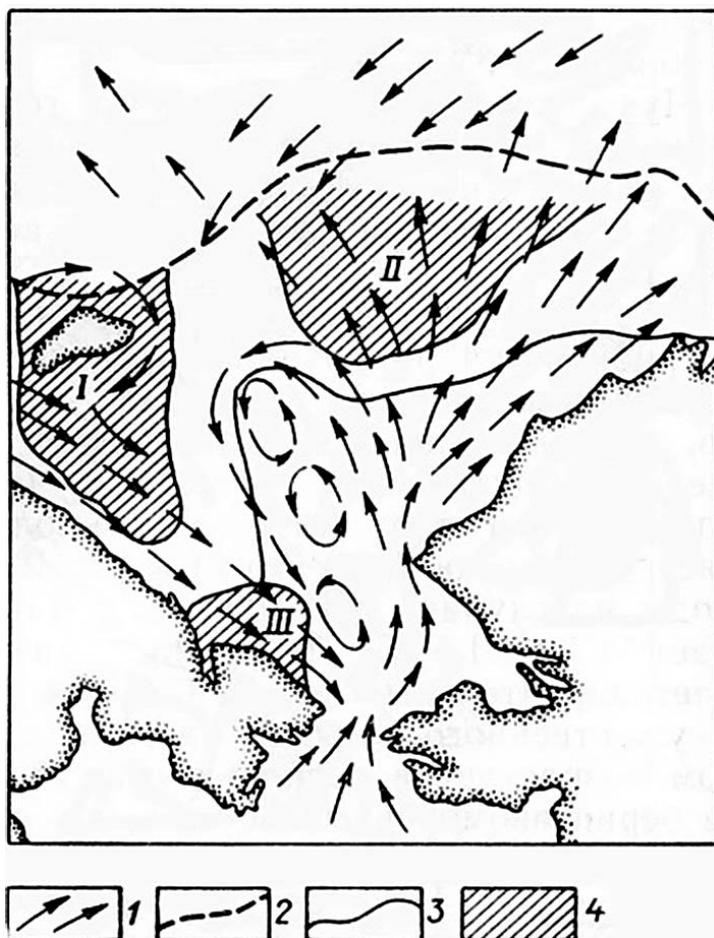


Рисунок 4.43 – Обзорная гидрологическая карта Чукотского моря [556].

1 – течения на поверхности; 2 – кромка паковых льдов; 3 – кромка плавучих льдов летом; 4 – ледовые массивы: I – Врангелевский; II – Центральный Чукотский; III – Колючинский

Второй поток вод, вносимых в Чукотское море, из пролива Лонга течет вдоль материкового побережья на юго-восток. При достаточно сильном развитии Чукотского течения оно заходит в Берингов пролив и распространяется вблизи его западного берега. При слабом развитии этого течения воды Берингоморского потока отжимают его к северо-востоку. В результате встречи Берингоморского и Чукотского течений в южной и средней частях моря образуется несколько круговоротов циклонического типа. Центр одного из таких круговоротов находится у м. Дежнева, а другого лежит на пересечении меридиана м. Сердце-Камень и параллели 68° с.ш. В большинстве случаев скорость постоянных течений в море бывает от 30 до 50 см/с, но в Беринговом проливе при попутных ветрах она достигает 150 см/с. Наибольшее развитие постоянные течения получают летом, зимой они ослабевают. В это время года заметно проявляются кратковременные ветровые течения. Направление течений меняется в общем по часовой стрелке [3].

Приливные, сгонно-нагонные колебания уровня моря. Приливы в Чукотском море возбуждаются тремя приливными волнами. Одна приходит с севера из Центрального

Арктического бассейна, другая проникает с запада через пролив Лонга и третья вступает с юга через Берингов пролив. Линия встречи их проходит примерно от м. Сердце-Камень к м. Хоп. Встречаясь, эти волны интерферируют, что усложняет приливные явления в Чукотском море. По своему характеру приливы здесь полусуточные, но отличаются большим разнообразием скоростей течений и высот подъема уровня в разных районах моря. Величина прилива незначительна по всему побережью Чукотки. В некоторых пунктах это всего 10-15 см. На о. Врангеля приливы значительно больше. В бухте Роджерса уровень в полную воду поднимается над уровнем малой воды на 150 см, так как сюда приходит суммарная волна, образующаяся от сложения волн, поступающих с севера и запада. Такая же величина прилива наблюдается и в вершине залива Коцебу, но здесь большие приливы объясняются конфигурацией берегов и рельефом дна залива. Приливные течения имеют скорость 10-20 см/с, в некоторых местах (бухта Роджерса) скорость течений увеличивается до 70-80 см/с. Сгонно-нагонные колебания уровня в Чукотском море относительно невелики. В отдельных пунктах Чукотского полуострова они достигают 60 см. На берегах о. Врангеля сгонно-нагонные явления затушевываются приливными колебаниями уровня [3].

Волнение. В Чукотском море сравнительно редко возникает сильное волнение. Наиболее бурным оно бывает осенью, когда штормовые ветры вызывают волнение 5-7 баллов. Однако вследствие небольших глубин и ограниченности свободных от льда пространств воды здесь не развиваются очень крупные волны. Лишь на обширных, свободных от льда пространствах юго-восточной части моря при сильных ветрах высота волн может достигать 4-5 м и большой крутизны. В единичных случаях волны имеют высоты 7 м [3].

Ледовый режим. Льды в Чукотском море существуют круглый год. Зимой с ноября - декабря по май - июнь море сплошь покрыто льдом неподвижным у самого берега и плавучим вдали от него. По сравнению с морями Лаптевых и Восточно-Сибирским припай здесь развит незначительно. Он окаймляет узкую прибрежную полосу и врезанные в берег бухты и заливы. Ширина его в разных местах различна, но не превышает 10-20 км. За припаем располагаются дрейфующие льды. В большинстве своем это одно- и двухлетние ледовые образования толщиной 150-180 см. На севере моря встречаются многолетние тяжелые льды. При затяжных ветрах, отжимающих дрейфующий лед от материкового побережья Аляски, между ним и припаем образуется стационарная Аляскинская полынья. Одновременно в западной части моря формируется Врангелевский ледяной массив. Вдоль побережья Чукотки за припаем иногда открывается узкая, но очень протяженная (до многих сотен километров) Чукотская заприпайная прогалина. Летом кромка льда

отступает на север. В море образуются Чукотский и Врангелевский ледяные массивы. Первый из них состоит из тяжелых льдов. Минимальное количество льда в море обычно бывает со второй половины августа до первой половины октября. В отдельные годы лед скапливается в проливе Лонга и в виде языка тянется вдоль Чукотского берега, в другие годы льды отступают далеко от берегов Чукотского полуострова. В конце сентября начинается образование молодого льда, который с течением времени продолжает нарастать и к зиме покрывает все море [3].

Гидрохимические условия. Широкая связь с Центральным Арктическим бассейном, небольшой речной сток и поступление тихоокеанских вод определяют гидрохимические условия Чукотского моря, для которых характерны океанические черты и почти не заметно влияние материковых вод. Содержание кислорода и питательных солей в воде неодинаково по площади и по горизонтам моря, а также меняется от сезона к сезону. Поздней осенью и зимой, когда ледяной покров изолирует море от атмосферы, количество кислорода невелико в верхних слоях и ничтожно мало у дна. Весной и в особенности летом свободное ото льда пространство моря обогащается кислородом. Высокое относительное содержание его (112-130%) наблюдается в верхних слоях. Таким образом, богатый кислородом слой выклинивается с юга на север. Понижается относительное содержание этого газа и в прибрежной зоне моря, где он расходуется на окисление органических веществ, приносимых материковым стоком. Количество растворенных в воде питательных солей, в частности фосфатов, значительно больше зимой, чем летом, когда они интенсивно потребляются планктоном. По той же причине их меньше в поверхностных горизонтах по сравнению с глубинными. В северных районах моря содержание фосфатов у поверхности  $40 \text{ мг/м}^3$ , а у дна  $70-80 \text{ мг/м}^3$ . В южной части моря количество их уменьшается до  $6 \text{ мкг/л}$  на поверхности и до  $50 \text{ мкг/л}$  у дна [3].

#### 4.6.1.3 Характеристика берегов Чукотского моря

Протяженность береговой черты Чукотского моря – 1705 км, из них материковая – 1300 км, островная – 405 км. На берегах Чукотского моря преобладают аккумулятивные процессы, здесь широко представлены лагунные берега, они занимают более 49% азиатского материкового побережья и побережья о. Врангеля, что видно на рисунке 4.44 и из таблицы 4.7 [505].



- А** — Берега, сформированные тектоническими, субэральными эрозионными и ледниковыми экзарационно-аккумулятивными процессами и мало изменённые волнами моря
- I** — Ингрессионные берега (с узкими заливами)
- Фиордовые (1)
  - Фиардовые (2)
  - Шхерные (3)
  - Эстуаривые (4)
- II** — Первично-ровные
- Сбросовые (5)
- Б** — Берега, формирующиеся под воздействием неволновых процессов
- III** — Потамогенные
- Дельтовые (6)
- IV** — С приливными осушками (илистыми и песчаными)
- Илистые (7)
- V** — Термоабразионные
- Термоабразионные (8)
  - Ледяные (9)
- VI** — Денудационные
- Денудационные (10)
  - Солифлюкционные (11)
  - Осыпные (12)
- В** — Берега, формирующиеся под воздействием волновых процессов
- VII** — Выравнивающиеся
- Бухтовые (13)
  - Аккумулятивно-бухтовые (14)
- VIII** — Выровненные
- Абразионные (15)
  - Абразионно-аккумулятивные (16)
  - Аккумулятивные (плешевые) (16а)
  - Лагунные (17)
  - С клифом и террасой (18)
  - Аккумулятивные с размывом, с песчаным или песчано-галечным пляжем (18а)
- IX** — Вторично расчленённые
- Абразионно-аккумулятивно-бухтовые (19)
- А, Б, В** — типы морского берега;  
**I – IX** (римские цифры) — подтипы расчленения берегов  
**1 – 19** (арабские цифры) — основные причины, обусловившие исходное расчленение береговой линии

Рисунок 4.44 – Морфологические типы берегов Чукотского моря [508]

Таблица 4.7 – Соотношение типов берегов Чукотского моря (%) [505]

Типы берегов	Материковое побережье	Острова	Всего
неизменные морем	-	-	
абразионно-денудационные	6,2	12,3	
абразионные	9,6	17,3	
абразионные отмершие	-	4,9	
термоабразионные	12,7	11,2	
абразионно-аккумулятивные	11,5	-	
аккумулятивные пляжевые	-	4,9	
лагунные	49,2	49,4	
нагонные (осушенные)	10,8	-	
дельтовые	-	-	

Аккумулятивные пересыпи (преобладающая высота 0,5-3,5 м, ширина от 0,1 км до 1,5 км), отчленяющие от моря мелководные лагуны, протягиваются параллельно материковому берегу на сотни километров. Пересыпь лагуны Тэнкергынпильгын имеет длину около 100 км, а лагуны Кувэтпильчин превышает 50 км. Пересыпи сложены песком и гравийно-галечным материалом, который по составу более близок к породам внутренних частей материка, чем к породам соседних абразионных уступов [388]. Кроме того, абразионные участки имеют сравнительно небольшую протяженность и вряд ли могли поставлять в береговую зону достаточное количество обломочного материала. Вероятно, источником поступления материала служат запасы аллювиальных и флювиогляциальных осадков на шельфе, вынесенных водотоками ранее в процессе таяния горно-долинных ледников и затопленных в ходе голоценовой трансгрессии. Таким образом, пересыпи Чукотского моря в большинстве своем являются барами, т.е. формами поперечного переноса наносов [388]. Во время сильных штормов обломочный материал перебрасывается через гребень низких баров в сторону суши, что приводит к постепенному надвиганию бара на лагуну. Характерной особенностью многих чукотских баров является включение в их тело останцов прибрежной едомы, сложенных мерзлыми суглинистыми отложениями [505].

В зависимости от способа образования выделяются шнурообразные лагуны (Кувэтпильчин, Мааминпильгын), лагуны-заливы (Нэскынпильгын), лагуны-лиманы (Амгуема, Пынгопильгын) и др. Многие из них отличаются своеобразным внутренним расчленением на ряд округлых водоемов в результате формирования серии кос азовского типа [388].

Широкое развитие лагунных берегов в Чукотском море связано, по-видимому, с особым сочетанием природных факторов. Здесь заметно возрастают уклоны подводного берегового склона в связи с приближением к морю отрогов Чукотского нагорья. Уклоны дна составляют обычно 0,01-0,02 (на востоке до 0,08), что позволяет развиваться мощным

волнам, способным выносить к берегу песчано-галечный материал с подводного склона. Следы волнового воздействия на дно прослеживаются до глубин 35-40 м. Обилие подвижных отложений на шельфе обеспечивает развитие мощных аккумулятивных пересыпей, как это видно на рисунке 4.45. Важное значение для формирования лагунно-барового комплекса имеет и увеличение длительности безледного периода за счет влияния теплых тихоокеанских вод, проникающих через Берингов пролив. Коэффициент безледного времени возрастает в восточном направлении от 10% у м. Биллингса (пролив Лонга) до 27% у м. Дежнева [388]. Волны северных и северо-восточных направлений, достигающие иногда высоты 6-7 м, обеспечивают подачу осадочного материала с подводного берегового склона и играют основную роль в формировании и смещении аккумулятивных пересыпей в сторону суши.

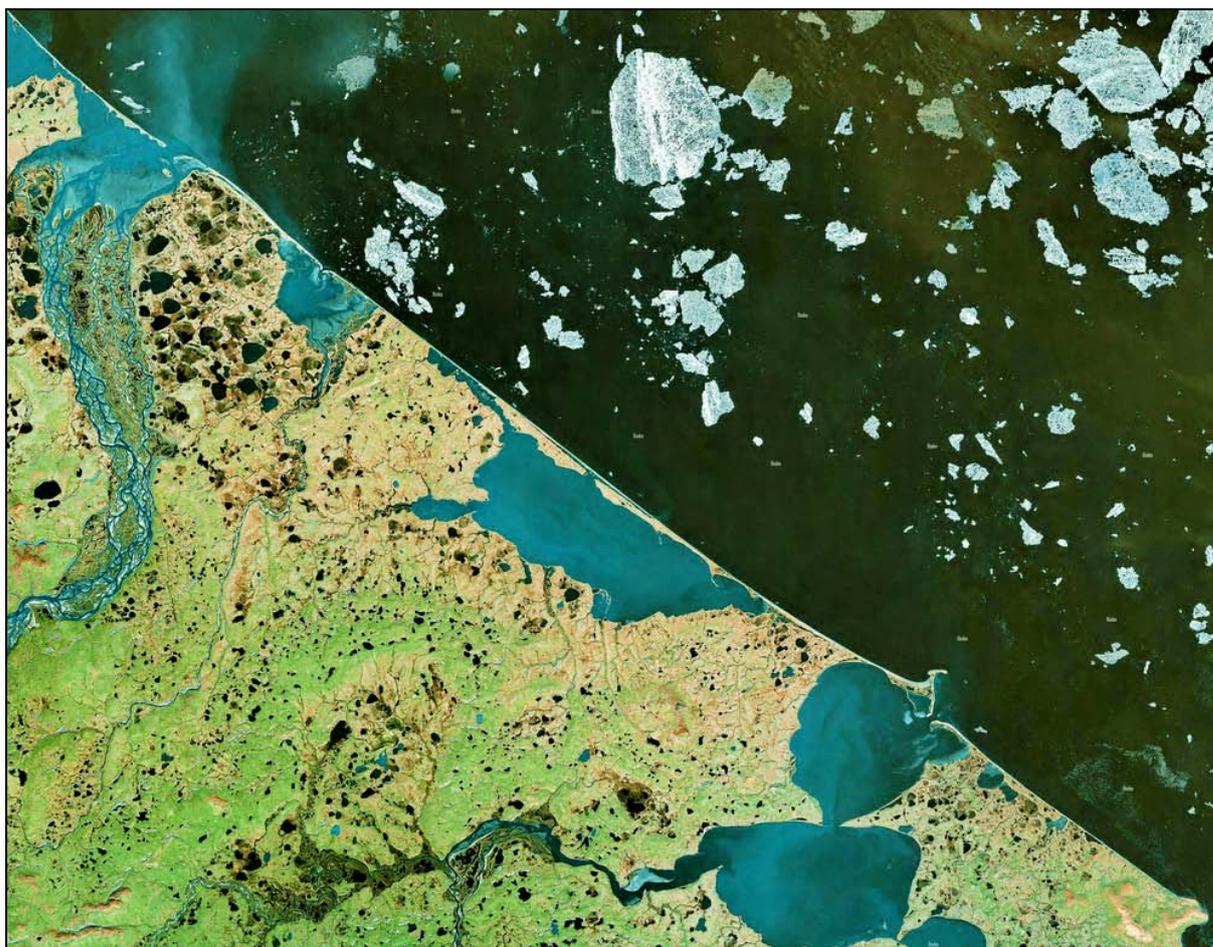


Рисунок 4.45 – Лагунные берега Чукотского моря (космический снимок с сервиса Яндекс-карты)

Размываемые берега занимают в Чукотском море треть длины побережья. В их составе на материковом побережье преобладают термоабразионные берега. Термоабразия приурочена к участкам размыва края прибрежной аллювиально-флювиогляциальной или ледниково-морской равнины, сложенной глинистыми отложениями с разной степенью льдистости. Невысокие, но крутые материковые берега многих лагун и заливов также

подвержены отепляющему воздействию воды и атмосферы, что нередко приводит к развитию солифлюкционных процессов на береговых уступах. В этом случае у подножья клифов формируются солифлюкционные шлейфы. На о. Врангеля, где распространены прочные коренные породы, преобладают обычные абразионные берега [388; 505].

Выступающие в море многочисленные мысы, подобные представленному на рисунке 4.46 мысу Шмидта (Дженретлен, Неттан, Онман, Сердце Камень, Икигур, Инчовын и Дежнева) сложены прочными коренными породами (интрузивными массивами или палеозойскими песчаниками, известняками и сланцами). Интрузивные массивы (самые крупные – Сердце Камень и Дежнева) слабо поддаются волновому размыву. Большую роль здесь играет морозное выветривание, способствующее растрескиванию и разрушению прочных пород. В районах выхода к морю палеозойских осадочных пород процесс абразии более активен. Здесь формируются типичные абразионные берега. На таких участках клифы почти отвесные, имеют большую высоту и осложнены висячими устьями рек, которые свидетельствуют о том, что подмыв клифов происходит быстрее, чем врезание водотоков. Наиболее протяженные участки абразионных берегов прослеживаются между мысами Сердце Камень и Дежнева [505].



Рисунок 4.46 – Мыс Кожевникова (мыс Шмидта), уникальный геоморфологический памятник и одновременно одно из крупнейших в регионе лежбищ тихоокеанских моржей

#### 4.6.1.4 Краткая характеристика прилегающего побережья

Узкой полосой вдоль побережья Чукотского моря протягиваются низменности с лагунными берегами и морскими террасами. В пределах хребтов и их отрогов скальные породы мезозойского комплекса подмываются морем и образуют прерывистую полосу абразионных уступов. Континентальные озёрно-аллювиальные отложения выполняют межгорные впадины. Узкая прибрежная полоса шириной 15-30 м сложена «едомным» комплексом мощностью 10-40 м. Верхнеплейстоцен-голоценовые морские галечники и пески слагают Ванкаремскую и Колючинскую низменности. Широко распространены морские голоценовые отложения, слагающие террасу шириной 2-5 м, береговые валы, бары и марши [505].

В самой восточной части Чукотки, на Чукотском п-ове и п-ове Дауркина преобладают нагорья высотой до 1000 м. Низменные равнины распространены на побережьях глубоко вдающихся в сушу Колючинской губы и Залива Креста. Длина Колючинской губы 100 км, максимальная ширина около 37 км, глубина 7-14 м. Губа отделена от моря косой Беляка, поэтому ширина у входа составляет всего 2,8 км. Берега губы преимущественно обрывисты [505].

Остров Врангеля и небольшой остров Геральд расположены к северу от Чукотки. Остров Врангеля отделен от материка проливом Лонга, средняя ширина которого составляет 150 км. Важной особенностью географического положения острова является тот факт, что это – единственная крупная суша северо-восточного сектора азиатской Арктики. При этом, о. Врангеля расположен сравнительно недалеко от берегов Северной Америки. Это, а также то, что неподалеку расположен связующий два океана Берингов пролив, обеспечило достаточно высокое биологическое и ландшафтное разнообразие острова. До последнего поднятия уровня мирового океана остров Врангеля был частью единой Берингийской суши. Наибольшая протяженность с СВ на ЮЗ (между мысами Уэринг и Блоссом) составляет около 145 км, а максимальная ширина с севера на юг (траверс бухта Песцовая - залив Красина) – чуть более 80 км. Примерно 2/3 площади острова занимают горные системы с наибольшей высотой 1095 м (г. Советская). Остров Врангеля – один из самых высоких островов в евразийском секторе Арктики и при этом самый высокий остров, лишенный покровного оледенения, в Арктике вообще. Для острова характерна сильная расчлененность рельефа и большое разнообразие геологических и геоморфологических структур.

В Беринговом проливе находятся острова Диомиды. Большой из них – о. Ратманова (513 м) принадлежит России, меньший – о. Крузенштерна, является территорией США.

#### *4.6.1.5 Биологическая характеристика моря и побережий*

Суровость климата и холодные воды существенно ограничивают развитие животного и растительного мира в Чукотском море. Тем не менее, типичная для соседствующих с запада арктических морей флора и фауна, в Чукотском море обогащена благодаря наличию связи с Тихим океаном.

В прибрежной зоне можно встретить различные виды моллюсков – головоногих, брюхоногих, иглокожих, мелких ракообразных, кишечнополостных и скудную водную растительность. Много планктонных организмов, которые служат пищей для проживающих здесь китообразных – полосатиковых (финвал, сейвал, синий, горбатый, малый полосатик), несколько видов тюленей, моржи и некоторые другие ластоногие.

Состав ихтиофауны Чукотского моря немного разнообразнее, чем у Восточно-Сибирского моря. Здесь можно встретить 43 вида рыб. Среди коренных рыб можно отметить несколько видов сельди и тресковых, прибрежных донных рыб, корюшку, мойву и других. Достаточно много полупроходных рыб, нагуливающих вблизи устьев рек – преимущественно сиговых и лососевых (хариусов, гольцов и т.д.).

На берегах материка и островов многочисленны птичьи базары, где летом присутствуют, кроме обычных морских птиц (чаек, крачек, бакланов и др.), гуси и утки.

Тундры берегов южной части Колючинской губы – важный гнездовой резерват американского лебеда, ряда нырковых уток и куликов, здесь отмечены массовые линные скопления белошея и тихоокеанского подвида чёрной казарки. В тундровых озёрах в районе губы найдена пильхыкайская даллия – эндемик побережий Колючинской губы

Острова Врангеля и Геральд по климатическим условиям, особенностям ландшафтов и растительного покрова, относятся к подзоне арктических тундр (наиболее северной подзоны тундровой зоны).

## 4.6.2 ОЦЕНКА ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПРОБЛЕМ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЧУКОТСКОГО МОРЯ, СТЕПЕНИ ИХ УЯЗВИМОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

### *4.6.2.1 Хозяйственное использование. Существующее антропогенное воздействие*

Население всего Чукотского округа менее 70 тыс. человек. В пределах Чукотки основой хозяйства являлась горнодобывающая промышленность. В настоящее время большинство крупных предприятий закрыты или законсервированы. Поселки заброшены, рудники закрыты. Продолжают работать Билибинский и Полярный золотообогатительные ГОКи, множество золотопромышленных артелей. Одновременно с повторной промывкой аллювия разрабатываются новые перспективные участки [505].

Крупнейшими предприятиями по производству электроэнергии на Чукотке являются Билибинская АЭС и работающая на колымском (зырянском) угле Чаунская ТЭЦ (г. Певек) [505].

### *4.6.2.2 Характеристика перспективного антропогенного воздействия*

За исключением возможной активизации морского сообщения по трассе Северного морского пути, реальных проектов активизации хозяйственного освоения региона на обозримую перспективу не существует.

### *4.6.2.3. Особо охраняемые природные объекты Чукотского моря*

Государственный природный заповедник "Остров Врангеля" учрежден Постановлением Совета Министров РСФСР №189 от 23 марта 1976 г. Охранная зона заповедника образована Решением Магаданского областного Совета народных депутатов № 542 от 26.12.1983 г. В 1999 г. Постановлением Губернатора Чукотского автономного округа № 91 от 24.05.1999 г. вокруг островов была установлена морская охранная зона шириной 5 морских миль. Заповедник занимает два острова Чукотского моря – Врангеля и Геральд (количество кластеров – 2), а также прилегающую акваторию Чукотского и Восточно-Сибирского морей шириной 12 морских миль вокруг каждого из островов, относится к территории Чукотского автономного округа. Общая площадь заповедника составляет 5661600 га. Суша занимает 795650 га (794520 га – о. Врангеля, 1130 га – о. Геральд). На морскую акваторию приходится 4899600 га (1154300 га – в составе заповедника, 3745300 га – охранная зона) [557; 558; 559].

Целью создания заповедника является сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем островов Врангеля, Геральд, Чукотского и Восточно-Сибирского морей. Особо охраняются такие виды, как белый медведь, морж, единственная в России гнездовая популяция белого гуся, и многих других видов Берингийской флоры и фауны с высоким уровнем эндемизма. В 1974 г. на острове акклиматизирован овцебык [557; 558; 559].

Во флоре и фауне острова насчитывается около 40 эндемичных видов и подвидов сосудистых растений, насекомых, птиц и млекопитающих, часть из которых имеют реликтовый характер и относятся к наиболее малочисленным на Земле видам. Представлены также уникальные эндемичные типы растительных сообществ и почв.

Острова и прилегающая акватория представляют собой ключевую территорию для ряда редких и особо охраняемых видов животных. Здесь находится самая большая в мире концентрация родовых берлог белого медведя, районы нагула большей части популяции тихоокеанского моржа и его крупнейшие береговые лежбища к северу от Берингова пролива, самые крупные в восточной Арктике колонии морских птиц. На острове Врангеля расположена единственная в Азии колония белого гуся. Это также один из немногих районов концентрации тихоокеанских черных казарок, гнездования белых сов и вилхвостой чайки [557; 558; 559].

На острове Врангеля обнаружен археологический объект – неолитическая стоянка древних морских охотников, возрастом 3-4 тыс. лет, которая находится на берегу зал. Красина. Исторические объекты на территории заповедника связаны с новейшей историей открытия и освоения острова. Это остатки стоянок первопоселенцев, экспедиций, развалины жилищ промысловиков. Сохранившиеся строения бывших поселков и руин, оставшихся на месте военной базы на высотах Гаваи, также включены в список исторических объектов [557; 558; 559].

В 2004 г. решением 28 сессии Комитета Всемирного Наследия, Государственный природный заповедник «Остров Врангеля» включен в список Всемирного Природного Наследия ЮНЕСКО [557; 558; 559].

## 4.7 ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ЛИМИТИРУЮЩИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ, НАКЛАДЫВАЕМЫХ ФОРМИРУЮЩИМИ ИХ ПРИРОДНЫМИ ПРОЦЕССАМИ И ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПЛАНИРУЕМЫХ ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.7.1 ОЦЕНКА ПРОИСХОДЯЩИХ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЕ ТЕХ ИЛИ ИНЫХ ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В целом для всего побережья арктических морей России можно выделить следующие природные процессы или факторы, определяющие тип и интенсивность хозяйственной деятельности на них:

1. Сложные климатические условия. Большею частью данный фактор определяется низкими температурами воздуха, делающими невозможными или нерентабельными развитие многих отраслей экономики (сельского хозяйства, рекреация). Остальные отрасли требуют для своего развития гораздо больших средств, чем в более теплых широтах (затраты на отопление, необходимость применения более стойких к низким температурам материалов и механизмов и т.п.).

2. Сложные гидрологические (в том числе ледовые) условия. Прежде всего, данный фактор препятствует развитию морского транспорта. Большую часть года побережья почти всех арктических морей недоступны для обычных судов из-за наличия ледового покрова, а во многих секторах даже в летний период существуют жесткие ограничения на движение судов, связанные с неустойчивостью границ ледового покрова.

3. Наличие вечной мерзлоты значительно усложняет и удорожает любое строительство в регионе, а на морском берегу значительно усиливает темпы абразии берегов. Без учета этого фактора практически невозможно проектировать никакие гидротехнические и иные сооружения на морском берегу или вблизи него.

4. Приливной характер большинства арктических морей усложняет проектирование гидротехнических и иных объектов на их берегах, особенно на низменных участках побережий или в устьевых участках рек, где ширина полоса осушки может достигать нескольких километров.

5. Сочетание приведенных выше факторов обуславливает плохую транспортную доступность практически всех побережий арктических морей, что становится практически непреодолимым препятствием для развития в регионе большинства отраслей экономики.

6. Чрезвычайная сложность происходящих в Арктике глобальных и региональных природных процессов не позволяет с приемлемой для планирования экономической деятельности точностью прогнозировать ход развитие геосистем побережий. Существующие на настоящий момент прогнозы иногда полностью противоречат друг другу.

#### 4.7.2 ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ФАКТОРА В СОВРЕМЕННОМ И ПЕРСПЕКТИВНОМ РАЗВИТИИ ПОБЕРЕЖЬЯ, ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ФАКТОРА НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ПОБЕРЕЖЬЯ

Как было показано в региональных разделах, в целом техногенный фактор слабо сказался в развитии побережья арктических морей России. В большей степени это зависело от сравнительно низкой хозяйственно-экономической востребованностью побережий региона, что, в свою очередь, обусловлено сложными природными условиями.

Существующее и перспективное техногенное воздействие и преобразование побережий арктических морей, по сути, ограничивается следующими видами:

1. Строительство гидротехнических сооружений транспортных и военных портов. Большой частью такие сооружения возведены или проектируются в закрытых бухтах или заливах, и не оказывают существенного влияния на литодинамические условия смежных участков берега. Отрицательное влияние таких сооружений на экологическое состояние прибрежных ландшафтов ограничивается непосредственно зоной размещения объекта, и зоной реального или потенциального (при аварии) загрязнения прилегающих побережий. Учитывая сравнительную малочисленность существующих и даже проектируемых подобных объектов на всем арктическом побережье России, в целом, данное воздействие не несет особой угрозы. Тем не менее, при размещении таких объектов локальное негативное воздействие неизбежно, и при проектировании необходимо в полной мере оценивать степень потенциального влияния объекта на экологическое состояние прилегающих береговых ландшафтов. Особенно важно учитывать биологическую составляющую – наличие ключевых участков обитания, миграции, размножения животных.

2. Строительство трубопроводов (в том числе подводных). В настоящее время в регионе ведется строительство и проектирование протяженных участков нефте- и газопроводов, предназначенных для транспортировки углеводородов к местам переработки, потребления или перевалки на морской транспорт. Как правило, влияние таких объектов на прибрежные ландшафты ограничено шириной коридора прокладки сооружения, либо шириной зоны потенциального негативного воздействия при аварии.

Прокладка трубопровода, особенно в условиях вечной мерзлоты может провоцировать активизацию термоэрозии и термоабразии, что неизбежно скажется на ходе развития прилегающего участка берега. Еще одним фактором является наличие и движение больших масс морского льда, воздействующего на дно на достаточно больших глубинах. Прокладка подводных трубопроводов должна обеспечивать их надежную защиту от действия льда.

3. Строительство автодорог, как и прокладка трубопроводов, в условиях вечной мерзлоты может провоцировать активизацию термоэрозии и термоабразии. Довольно часто автодороги прокладываются вдоль самого берега, либо вблизи него, что влечет усиление антропогенного влияния на прилегающие ландшафты. При проектировании новых дорог необходимо в полной мере оценивать степень потенциального их влияния на экологическое состояние прилегающих береговых ландшафтов. Особенно важно учитывать биологическую составляющую – наличие ключевых участков обитания, миграции, размножения животных.

4. Строительство объектов энергетики (тепловых, приливных, гидроэлектростанций). При проектировании подобных объектов следует учитывать значительное их влияние на гидрологические и микроклиматические характеристики условия достаточно обширных регионов. Изменение гидротермического режима неизбежно повлияет на ледовый (и косвенно – на волновой) режим прилегающих акваторий, на ход береговых процессов, и может существенно изменить береговые ландшафты. Особенно важно учитывать прямое и косвенное влияние объектов энергетики на биоту.

5. Важным фактором техногенного воздействия были и остаются ядерные объекты военного (полигоны испытания ядерного оружия, места базирования, строительства, утилизации, захоронения атомных подводных лодок и их силовых установок) и гражданского (суда с ядерными силовыми установками, атомные электростанции) назначения.

#### 4.8 ОЦЕНКА ЕМКОСТИ МОРСКОГО КУРОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА УНИКАЛЬНЫХ МОРСКИХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

Поскольку арктическое побережье России отличается суровыми климатическими условиями, и большей частью труднодоступно, перспективы существенного развития курортно-рекреационной отрасли в регионе весьма ограничены. Тем не менее, с учетом возрастающего спроса на нетрадиционные виды отдыха, в том числе в экстремальных природных условиях, можно ожидать некоторой интенсификации развития данного сектора экономики [560; 561; 562; 563]. По данным Международной Ассоциации Туроператоров в Арктике (ИАТТО), почти 40 тысяч путешественников побывали в Арктике в 2009 году. Также по данным ИАТТО, с 1989 года туристы посетили около 200 уголков Арктики, в том числе 20 исследовательских станций. Сейчас в Арктике работают около 30 судов, из них только 8 – российские. В российскую Арктику ходят всего 4 круиза с туристами, причем 3 из них организуются иностранными операторами. Для сравнения, Шпицберген за год посещают 48 круизов. Сегодня 40% круизов в Арктику организует австралийский оператор Aurora Expeditions, 30% – американский Quark Expeditions, 20% – английский PAV и только 10% – отечественный "Клуб путешествий Special". Российский "Клуб путешествий Special" выступает соорганизатором уникальной дрейфующей ледовой базы "Барнео", примерно в 100 км от Северного Полюса, и каждый год с 1 по 30 апреля отправляет на дрейфующую льдину до 300 туристов. Всего в 2011 г. высокоширотные арктические территории России посетили около 900 туристов. Стоимость такого «круиза» колеблется от \$12 тыс. до \$15 тысяч [560; 561; 562; 563].

Экспедиционные круизы в Арктике попадают в категорию «софт-адвенче» (мягкое приключение), но существуют и экстремальные туры. Среди туристов популярны каякинг, треккинг, ночевки в палатке на льду. Туристов, как правило, сопровождают специалисты: орнитологи, биологи, геологи, гляциологи. Более 80% путешественников, побывавших в высоких широтах, снова отправляются в полярные регионы [560; 561; 562; 563].

Российские туристы плохо информированы об Арктике, а туристический сервис высокого класса в регионе еще практически не развит. Может быть, именно поэтому большая часть предложений туристических агентств предлагает туры в освоенную часть Арктики, чаще всего – на норвежский Шпицберген [560; 561; 562; 563]. Вот несколько примеров подобных путешествий и рекламных фотографий (представлены на рисунке 4.47) туров в высокоширотную Арктику, организуемых одним из туристических агентств:

Ледокольный круиз на Северный Полюс. Атомный ледокол «Ямал». Северный Полюс – одно из самых удивительных мест на целой планете. По пути на Полюс мы встретим моржей и тюленей, посетим птичьи базары. Белые медведи при приближении красно-черного ледокола, наверняка, будут изучать нас с некоторого отдаления...

Северная макушка Европы: Ледокольная экспедиция к Шпицбергену, о. Виктория и Земле Франца-Иосифа. Теплоход "Полярис". Шпицберген – одна из наиболее легкодоступных частей суши в Полярной Арктике. На Шпицбергене несколько национальных парков и заповедников. Земля Франца-Иосифа – это самая ближайшая суша к Северному Полюсу в восточном полушарии...

Круиз по Арктике: Вокруг Шпицбергена. Плавание на небольшом исследовательском судне вокруг романтического и самого туманного в мире арктического архипелага. Обширная научно-познавательная программа по Шпицбергену. Прогулки на «Зодиаках» вдоль кромки паковых льдов, птичьих базаров, лежбищ тюленей и моржей. Исключительная фотоохота на "объекты" живой и неживой природы...

Вокруг Шпицбергена + пешая экспедиция. Шпицберген – стартовая площадка многих выдающихся путешествий по Арктике. Плавание на небольшом исследовательском судне вокруг романтического и самого туманного в мире арктического архипелага. Обширная научно-познавательная программа по Шпицбергену. Прогулки на «Зодиаках» вдоль кромки паковых льдов, птичьих базаров, лежбищ тюленей и моржей...

Север Шпицбергена. Круиз на паруснике Noorderlicht. В программе этого круиза по Арктике – обширная научно-познавательная программа по Шпицбергену, прогулки на Зодиаках вдоль кромки паковых льдов, птичьих базаров, лежбищ тюленей и моржей...

Экстремальный туризм: авиа-тур на Северный полюс. Пребывание на Барнео и на Северном Полюсе включает прогулки по окрестностям, покорение ледовых вершин местного значения (торосы высотой 1-2 метра), фотографирование и прочие подобные забавы. Перелеты осуществляются самолетами АН-74 и вертолетами МИ-8. Ледовый лагерь Барнео отвечает стандартам зимнего базового лагеря, в котором есть отапливаемые палатки для ночевки и теплая просторная кают-компания. Все перелеты в экспедиции зависят от погоды!!!

Сафари на снежокатах по краю полярников и белых медведей... Шпицберген.

На собачьих упряжках... Шпицберген.

На лыжах к Северному Полюсу...



Рисунок 4.47 – Туризм в Арктике требует больших затрат и высокого уровня организации, поэтому его развитие в значительной степени ограничено социально-экономическими факторами

В последние годы на государственном уровне поднимаются вопросы по развитию рекреационно-туристического сектора в арктическом регионе. В первую очередь, необходимо создание соответствующей инфраструктуры и ликвидация последствий предшествующей «хозяйственной» деятельности в регионе, приведшей к возникновению очагов экологического неблагополучия. В 2010 г. вопрос об острой необходимости начала работ по очищению Приполярья поднимал премьер-министр России Владимир Путин, посетивший Арктику с визитом. Глава правительства тогда назвал арктическую территорию «гигантской помойкой» [560; 561; 562; 563].

Специалистами национального парка «Русская Арктика» в Минприроды был представлен проект по очистке территорий в Арктике. Организуется вывоз с северных территорий тысяч тонн различного мусора и нефтепродуктов, скопившихся вблизи существующих или брошенных военных баз, вахтовых поселков, научных станций. Проект подразумевает создание баз, где будет утилизироваться найденный металлолом и затем. На эти цели из бюджета на 2012-2013 гг. выделено около 2 млрд. рублей. Очищать от мусора начнут три наиболее загрязненных участка Земли Франца-Иосифа – острова Гукера и Грехэм-Белл, а также Землю Александры. Полная очистка архипелага по плану намечена на 2020 г., однако объемы финансирования на это время пока еще не установлены. Отвечать за поставленную задачу будет нацпарк «Русская Арктика», который занимается развитием туризма в регионе. Кроме того, будет проведена закупка спецоборудования и научных баз [534; 547].

Одновременно в арктических регионах России развиваются различные виды туризма – экспедиционный, экстремальный, спортивный, этнографический, событийный, историко-познавательный, водный, охотничий, рыболовный и экологический. Чаще всего реализуются комбинированные туры, включающие в себя сразу несколько разновидностей туризма [560; 561; 562; 563].

Экспедиционные круизы в Арктику совершаются на ледоколах и судах ледового класса. Одни из самых популярных маршрутов – экспедиционные туры на Землю Франца-Иосифа, где можно увидеть моржей, тюленей и китов, птичьи базары, а белые медведи иногда подходят прямо к стоящему во льдах ледоколу. Не менее популярна у туристов российская ледовая база «Барнео», расположенная в 100 км от Северного полюса, которую ежегодно посещает до 300 путешественников. «Барнео» является главным научным и туристическим центром, который служит перевалочным пунктом для исследователей и туристов. Отсюда они совершают лыжные походы на Северный полюс. Помимо высадки на берег в диких местах, экспедиционные круизы включают и историко-познавательные программы, которые проводят опытные ученые-полярники [560; 561; 562; 563].

На побережье Чукотского и Провиденского районов организуются туры на ледокольных судах. В программу круизов входит посещение уникальных природных, исторических и культурных памятников: Китовой Аллеи на острове Ыттыгран, Лоринских горячих ключей, этнографических комплексов на мысе Нунямо и Дежнева. Путешествия совмещают с посещением национальных сел, оленеводческих бригад и стойбищ.

Все более популярным становится этнографический туризм в Арктике, с участием коренных малочисленных народов Севера, живущих своей традиционной жизнью, почти не изменившейся за последние столетия. Для любителей экзотики разработаны маршруты, включающие знакомство с бытом малых народов Севера, проживание в их семьях, приготовление национальных блюд, участие в установке чумов, совершении обрядов. Событийный туризм – один из распространенных и активно развивающихся видов туристической отрасли в Арктике, предполагающий участие туристов в национальных праздниках [560; 562; 563]. На территории Чукотского автономного округа наиболее известен природно-этнический парк «Берингия». Здесь же находится государственный заповедник «Остров Врангеля», а также 4 природных заказника, 20 памятников природы, озеро Эльгыгытгын. В Ханты-Мансийском автономном округе экологический туризм также считается перспективным направлением, тут имеется 2 заповедника, 4 природных парка, 11 заказников, 8 памятников природы. В Мурманской области стартовал масштабный проект «Русская Лапландия» по созданию новой туристической зоны на Кольском полуострове [560; 561; 562; 563].

В Архангельской области реализуется масштабный проект «Национальный парк «Русская Арктика», который объединяет природные арктические комплексы на архипелаге Земля Франца-Иосифа, острове Виктория и северной части архипелага Новая Земля. Эта огромная территория предназначается для развития экологического, научного и познавательного туризма. Уникальный парк «Русская Арктика» называют «жемчужиной Арктики», он расположен на одной из самых высокоширотных природоохранных территорий в России [547].

Большие перспективы в Арктике имеет развитие экологического туризма, и сегодня во многих северных регионах разрабатываются маршруты по заповедным зонам, предусматривающие участие туристов в проведении научных исследований дикой природы.

Отдельным направлением является охотничий и рыболовный туризм. Регион заслуженно признан рыбацким и охотничьим краем, и спрос на данный вид досуга не спадает, поэтому следует ожидать развития этого направления.

В целом, пока рекреационно-туристическая отрасль в российской Арктике развивается в нескольких основных направлениях:

Первое направление: экспедиционный экологический и познавательный туризм. Как правило, это круизы на специальных судах с повышенной ледовой проходимостью, часто сопряженные с выполнением научных исследований. Маршруты таких круизов не отличаются постоянством, частота их сравнительно невелика. Также относительно распространены туристические поездки с использованием авиационного транспорта. Емкость этих двух направлений – не более нескольких тысяч человек за год. Отдельным элементом является экологический туризм, счет участников таких поездок обычно идет на единицы. Стоимость подобных поездок чрезвычайно высока (и будет таковой), поэтому востребованы они преимущественно среди обеспеченных иностранных граждан.

Вторым направлением является экстремальный туризм, включающий пешие (на лыжах) или водные (на небольших судах) путешествия. Иногда данный вид отдыха комбинируется с рыбалкой или охотой в труднодоступных местах. Из самого определения данного направления следует, что емкость его сейчас и в будущем чрезвычайно мала.

Третьим рекреационно-туристическим направлением в Арктике является пригородный туризм в относительно обжитых районах побережья. Как правило, подобные поездки носят комбинированный характер, то есть включают в себя посещение уникальных ландшафтов или природных объектов, элементы этнографического или событийного туризма, или же связаны с охотой или рыбалкой. Емкость данного направления в настоящий момент в целом ограничена плотностью местного населения,

так как для населения более удаленных регионов России стоимость подобного отдыха существенно возрастает, а уровень сервиса явно не может пока сравниться с аналогичными зарубежными предложениями (финская Лапландия, морские или автомобильные круизы по побережьям Норвегии и т.п.). Тем не менее, при создании благоприятных законодательных и экономических условий, и при должном уровне контроля за соблюдением экологических норм, емкость и востребованность среди жителей России данного направления туризма и отдыха может существенно возрасти.

В целом, первые два направления востребованы в среде людей с высоким уровнем образования и интеллектуального развития, и достаточно высоким уровнем [560; 562; 563]. Третье направление популярно и доступно более широким слоям населения, с разным уровнем экологического образования и воспитания. Безусловно, это отражается на степени уважения и соблюдения экологических норм и правил.

Исходя из специфики упомянутых направлений, высокоширотные прибрежные зоны России, привлекающие туристов, могут быть разделены на две группы территорий:

Побережья морей (преимущественно Баренцева и Белого моря, в меньшей степени – Чукотского моря) вблизи относительно освоенных участков территории страны. Данная группа не требует применения специальных транспортных средств, большинство объектов доступно наземным транспортом либо обычными судами.

Высокоширотные архипелаги и острова (Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, о-в Врангеля и др.), посещение Северного Полюса. Как правило, данные объекты и регионы доступны только в летний период, либо требуют использования специальных судов (например, ядерный ледокол "Ямал") или авиации.

С учетом существующей социально-экономической ситуации в России и мире, ожидать существенного расширения рекреационно-туристического направления на побережьях арктических морей России не приходится. Исключением может быть незамерзающее Мурманское побережье Баренцева моря с относительно хорошей транспортной доступностью и уникальными береговыми ландшафтами (аналогов которым в европейской части России практически нет). Емкость рекреационно-туристического потенциала арктического побережья России ограничена, в первую очередь, социально-экономическими факторами.

Тем не менее, с учетом пространственной ограниченности предлагаемых для туристов мест посещения, есть и другие факторы, ограничивающие емкость туристическо-рекреационного потенциала на побережьях арктических морей. Как правило, эти факторы проявляются при недостаточном уровне организации или экологических знаний организаторов экскурсий, или же при их стремлении заработать любой ценой.

Немаловажным фактором является отсутствие должного контроля над соблюдением экологических норм при проведении экскурсий [561; 564].

Экскурсии к лежбищам морских млекопитающих, птичьим базарам при плохой организации может причинять беспокойство как отдельным животным, так и их колониям в целом. Экскурсии на вертолетах, катерах к колониям птиц, живущих на прибрежных клифах, чрезвычайно опасны в период гнездования и вылета молодых птиц. Погоня за моржами или белыми медведями на катерах или снегоходах в стремлении увидеть их поближе вызывает у животных стресс, и опасно для экскурсантов [561; 564].

На наиболее востребованных участках берегов (например, некоторые острова архипелага Земля Франца-Иосифа в течение лета посещает до тысячи туристов), при плохой организации маршрутов или технологии проведения экскурсий могут проявляться негативные для береговых ландшафтов последствия. Прежде всего, это нарушение лишайникового покрова при движении транспортных средств или массовом перемещении по определенному маршруту людей, загрязнение среды жидкими и твердыми хозяйственно-бытовыми отходами, нарушение ландшафтного облика строительством. Значительное нарушение целостности ландшафта может быть вызвано использованием неадекватных среде транспортных средств (группы охотников-туристов доставляются до места охоты на гусеничных вездеходах). Часто это приводит к повреждению верхнего слоя вечной мерзлоты, и развитию термоэрозии. Отсутствие мостков приводит к повреждению туристами тонкого лишайникового покрова [561; 564].

Чаще всего многие проблемы возникают в результате недостаточного уровня инфраструктуры арктического отдыха (или полном её отсутствии). Развитие инфраструктуры часто и не планируется, так как туроператоры, занимающихся арктическим туризмом, не заинтересованы (экономически и законодательно) в крупном инвестировании. При этом в регионе нет единого контролирующего исполнительного органа, регулирующего развитие туристического сектора. Так, например, Земля Франца-Иосифа официально является охраняемой природной территорией, но постоянный орган управления и надзора здесь отсутствует. Наблюдатели, представляющие администрацию ООПТ, формально включены в состав групп. Однако, эти люди часто не имеют специальной подготовки, и финансово зависят от туроператоров. Естественно, о серьезном контроле речи не идет [561; 564].

## 4.9 ОГРАНИЧЕНИЯ, НАКЛАДЫВАЕМЫЕ НА ВИДЫ И СТЕПЕНЬ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ УНИКАЛЬНЫХ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СВЯЗИ С ОСОБОЙ УЯЗВИМОСТЬЮ ЭТИХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ПРИРОДНЫМ ЯВЛЕНИЯМ

### 4.9.1 Оценка негативных природных процессов, угрожающих сохранности береговых ландшафтов арктических морей

#### *4.9.1.1 Важнейшие природные процессы, определяющие динамику береговых ландшафтов арктических морей*

Состав и степень проявления негативных природных процессов, определяющих динамику берегов арктических морей России, существенно меняются в зависимости от региональных климатических, гидрологических особенностей, геологического строения побережья. В целом, можно выделить следующие природные факторы, определяющие состояние и динамику берегов региона:

#### Климатические и гидрологические факторы

- Ветро-волновой режим акватории;
- Приливные колебания уровня моря;
- Стонно-нагонные явления;
- Речной сток и связанные с ним явления (паводки, заторные подъемы уровня, термический режим в приустьевых участках морского побережья);
- Ледовый режим акватории;
- Термический режим акватории и побережья (в том числе характеристики вечномерзлых грунтов).

#### Геологические факторы

- Тектоническое строение побережья;
- Вертикальные движения земной коры;
- Геологическое строение берегов;
- Тип и распространенность вечномерзлых грунтов.

Так как одной из важнейших целей нашей работы является выявление потенциальных природных угроз береговым ландшафтам, нет необходимости детально характеризовать все факторы, особенно те из них, которые мало изменяются в настоящее

время. Тем не менее, поскольку многие перечисленные факторы взаимосвязаны между собой, краткая информация по большинству из них будет приведена ниже.

Краткая характеристика геологического строения была приведена в региональных разделах по каждому из арктических морей. В целом, можно выделить три основные группы коренных берегов:

- Берега из прочных горных пород, устойчивые к абразии, выветриванию;
- Берега из скальных горных пород, подверженных выветриванию;
- Берега из рыхлых, легко размываемых пород.

Как видно, последняя группа берегов наиболее подвержена риску разрушения при прочих равных условиях. Поскольку процессы абразии на арктических берегах целом схожи с таковыми в других регионах, и в большей степени определяются действием волновых процессов, нет необходимости давать их детальную характеристику. Ситуация осложняется тем, что практически все берега этой группы вдоль российского морского побережья Арктики подвержены промерзанию. Развитие вечной мерзлоты и наличие многолетнемерзлых пород (ММП) существенно изменяют интенсивность и параметры абразии, и одновременно с волновой абразией в той или иной степени проявляется действие термоабразии (в меньшей степени зависимой от волновых процессов), и термоденудации. В условиях изменения климатических (и как следствие – термических условий) указанные процессы также меняют свои характеристики.

#### *4.9.1.2 Короткопериодные колебания уровня моря*

Уровенный режим арктических окраинных морей определен сложным комплексом процессов, наибольшее влияние оказывают приливы, нагоны, речной сток. У берегов арктических морей сгонно-нагонные колебания уровня, как правило, преобладают над приливными, в приустьевых участках акватории на уровень существенно зависит от особенностей режима речного стока. Повышение уровня моря (сопровождающееся повышенными скоростями движения воды) способствует более интенсивному разрушению берегов и активизирует процессы термоабразии.

Влияние приливов в наибольшей степени сказывается в *Баренцевом море*. Величина приливов максимальна в южной части моря. В Варангер-фьорде она равна 2,2 м, в Святоносском заливе – 3,7 м. В юго-восточной части Баренцева моря величина прилива убывает от 4 м до 0,5 м в направлении от м. Канин Нос к Новоземельским проливам. В меридиональном направлении она уменьшается с юга на север. В районе Земли Франца-

Иосифа величина прилива составляет около 0,2 м. Уровень моря испытывает сезонные изменения. Минимум уровня приходится на апрель-май, а максимум - на октябрь-ноябрь. Средний уровень сгонно-нагонных колебаний уровня моря изменяется от 0,40 м на востоке моря до 2,8 м на западе. В мелководных районах на юго-востоке моря сгонно-нагонные колебания уровня могут достигать 3-4 м [505].

Приливы в *Карском море* также отчетливо выражены. Одна приливная волна входит сюда из Баренцева моря. Она перемещается между Землей Франца-Иосифа и Новой Землей, распространяется к югу вдоль восточного побережья Новой Земли. Другая волна из Северного Ледовитого океана распространяется на юг вдоль западных берегов Северной Земли. Преобладают правильные полусуточные приливы, но в отдельных районах наблюдаются суточные и неправильные приливы. Их высота сравнительно мала (0,5-0,8 м). Сгонно-нагонные колебания уровня в Карском море значительны. Как правило, нагоны возникают при ветрах от ЗЮЗ до ССВ. Сгоны формируются при ветрах от ВСВ до ЮЮЗ. Штормовые нагоны могут приводить к подъему уровня до 3 м [505].

Приливы в *море Лаптевых* имеют неправильный полусуточный характер. Приливная волна перемещается с севера из Центрального Арктического бассейна. Постепенно она затухает и деформируется по мере продвижения к югу. Обычно она не повышает уровень моря более чем на 1 м, исключение составляют акватории заливов, далеко вдающихся в сушу. Наиболее сильные приливы наблюдаются на ряде участков юго-западной части моря (до 2 м). Скорость приливных течений составляет 5-80 см/с. Сгонно-нагонные колебания уровня отмечаются постоянно и повсеместно. Наиболее значительные нагоны характерны для юго-восточной части моря (1-2 м), в бухте Тикси до 2,5 м [505].

Приливная волна поступает в *Восточно-Сибирское море* из Центрального Арктического бассейна и из Чукотского моря через пролив Лонга. Приливы полусуточные, их величина незначительна. В западной части моря, где много обширных мелководий, сгонно-нагонные колебания уровня достигают 2,5-3 м [505].

Приливные колебания уровня *Чукотского моря* обусловлены приливной волной, распространяющейся из Центрального Арктического бассейна (в южной части моря, прилегающей к Берингову проливу – из Берингова моря), и достигают 0,3-0,5 м, что существенно меньше сгонно-нагонных колебаний. Сгонно-нагонные колебания уровня Чукотского моря достигают 3-4 м [505].

Как видно из приведенных данных, для большей части арктического побережья наибольшие подъемы уровня вызываются непериодическими сгонно-нагонными явлениями. Как правило, сгонно-нагонные явления связаны с циклонической деятельностью. Быстрое изменение уровня моря вдоль побережий вызывается смещением

глубоких циклонов. Дрейфовое течение вызывает повышение уровня у наветренных и понижение у подветренных берегов. Сгонно-нагонные колебания уровня на арктическом побережье связаны с глубиной циклонов, направлением и скоростью обусловленных ими ветров. Наибольший сгонно-нагонный эффект вызывают барические системы, траектории движения которых совпадают с центральными частями акваторий. Чаще всего нагоны обусловлены западными, северо-западными, северными и северо-восточными ветрами. Сгоны формируются ветрами от восточного до юго-западного румба. Характер влияния сгонов и нагонов на уровни воды зависит также от конфигурации береговой линии: на участках изрезанного побережья оно больше по сравнению с участками относительно прямолинейного берега. На величины сгонов и нагонов влияют и морские льды. При их наличии сгонно-нагонные колебания уровней значительно уменьшаются [505].

Поскольку значительная часть арктического побережья представлена приустьевыми участками рек, на колебания уровня оказывает существенное влияние режим стока речных вод. Одновременно на устьевую часть рек оказывают влияние приливные, сгонно-нагонные явления. Особенности динамики морских и речных вод определяют степень воздействия на динамику берегов. Приливное или сгонно-нагонное изменение уровней в устьях рек сопровождается большими скоростями течения, резко усиливается размыв берегов, изменяется режим и объем твердого стока.

Приливные колебания уровня в устьях арктических рек достигают 8-10 м (устье Мезени), вверх по течению рек приливы быстро уменьшают свою величину. Наличие, размер и форма эстуария в большей степени сказывается на дальности проникновения приливов в устье реки, чем на величине приливов. Наибольшие величины приливов для устьев рек с обширными эстуариями – Оби, Енисея и Хатанги – относительно малы (до 80 см). Дальность проникновения приливов для этих рек существенно различна. Наибольшая длина приливного участка отмечена для р. Енисей – 566 км. В устье р. Оби приливы распространяются на 51 км, р. Хатанги – на 227 км от устьевого створа. Для низовьев дельтовых рек Лены, Яны, Индигирки и Колымы максимальные значения приливов составляют 40, 20, 30 и 10 см соответственно [505]. Приливные изменения уровней воды не достигают вершин дельты. Наибольшая дальность проникновения приливов в устье Лены равна 25 км, в устье Яны 10 км, в устье Индигирки 24 км [505].

Нагонные подъемы уровня могут составлять в устьях рек 3-10 м, сгоны обычно меньше и не превышают 1-2 м. Как правило, максимальные величины нагонов и сгонов наблюдаются на устьевом взморье вблизи морского края дельты и уменьшаются в сторону реки и в сторону моря. Дальность распространения нагонов на устьевой участок реки зависит от величины нагона и уклона водной поверхности потока в предшествующий

период. Поэтому в устьях крупных рек (чем крупнее река, тем меньше ее уклоны) нагоны распространяются на очень большие расстояния. Наибольшие нагоны формируются в устьях Оби и Енисея. Северные и северо-восточные ветры вызывают здесь подъем уровня воды, который может достигать 2-3 м на морском крае дельты [505]. Максимальная дальность проникновения нагонов на Оби равна 358 км, на Енисее 990 км.

Величины приливов и нагонов зависят от водности рек и наличия ледяного покрова. На уровенный режим (соответственно, и на берега) низовий арктических рек нагонные явления оказывают большее влияние по сравнению с приливами. Величина нагонов, дальность их распространения для большей части рек превышают величину и дальность распространения приливов.

Образование заторов льда при вскрытии арктических рек также является одной из причин повышения уровня воды в приустьевой зоне. Анализ повторяемости заторов показал, что наибольших значений эта величина достигает в низовьях рек Оленек (93%), Лены (100%), Яны (100%), Колымы (85%). Наименьшая величина повторяемости заторов наблюдается на реках Европейской части России. Наибольшие значения заторных подъемов уровня фиксируются в низовьях рек Енисей (580 см), Оленек (840 см), Лена (1050 см), Колыма (630 см) [505]. Минимальные значения заторных подъемов уровней характерны для рек Европейской части России. В целом, на сибирских реках заторные явления происходят чаще и носят более масштабный характер, чем на реках европейской части России. Важнейшими условиями формирования заторов можно считать интенсивность подъема весенних уровней воды до начала вскрытия рек, толщины, прочности, количества льда.

#### *4.9.1.3 Долгопериодные изменения уровня моря*

При хозяйственном освоении берегов региона следует обязательно учитывать тренды постепенного изменения уровня моря, связанные с глобальным повышением уровня Мирового океана и вкладом неотектонических вертикальных движений берегов. Преобладающая часть (63%) российского арктического побережья поднимается. Большей частью такой подъем характерен для берегов крупных архипелагов. Значительная скорость подъема характерна для западного участка побережья Новой Земли (от 1,2 до 4,4 мм/год). Восточное побережье Новой Земли поднимается с еще большей скоростью (до 7 мм/год), а в районе северного острова Новой Земли скорость поднятия морского дна достигает 14 мм/год. На островах Земли Франца Иосифа скорости поднятия поверхности от 1,2 до 7,3 мм/год. Поднятие берегов островов архипелага Северная Земля достигает 2,8 мм/год, а

Новосибирских островов 6,7 мм/год. Участки погружения земной поверхности составляют 32% общей длины береговой линии, чаще всего опускаются материковые берега. Берега полуостровов Ямал и Гыданский погружаются со скоростью около 4 мм/год. Погружается материковый берег от устья р. Анабар до Оленекского залива, где понижение равно 2,3 мм/год. Относительно стабильные берега составляют около 5% береговой линии [505].

По разным оценкам, современное повышение уровня Мирового океана составляет 1,5-2,0 мм в год, для Северного Ледовитого океана такая величина несколько больше – 2,6 мм в год (хотя отмечались периоды падения уровня).

В целом, суммарное относительное повышение или понижение уровня может составить до 10 см за 10 лет. Данный фактор, безусловно, надо учитывать при проектировании объектов, рассчитанных на длительный срок эксплуатации, но такая величина изменения уровня моря ничтожно мала по сравнению с амплитудой короткопериодных колебаний уровня (приливными и сгонно-нагонными явлениями).

#### *4.9.1.4 Ветроволновой режим моря*

Параметры ветро-волнового режима акватории в значительной степени определяют развитие морских берегов. Основными факторами, определяющими характеристики волнения в регионе, являются глубина моря, длина разгона волн, скорость и длительность ветра, степень покрытия моря льдом. В окраинных морях Северного Ледовитого океана они заметно отличаются.

На *Баренцевом море* в течение всего года сохраняются большие пространства, свободные ото льда. В сочетании с активной циклонической деятельностью это приводит к высокой повторяемости штормового волнения [505].

В *Карском море* вдоль всего побережья формируется припай, разрушающийся лишь на 2-3 месяца в году. При этом в центре моря практически всегда присутствуют обширные поля льда, ограничивающие развитие волнения. Наиболее сильное волнение наблюдается в конце лета – начале осени. Наибольшую повторяемость имеют волны высотой 1,5-2,5 м, реже наблюдаются волны 3 м и более. Чаще всего сильное волнение развивается в юго-западной и северо-западной частях моря [3].

Акватория *моря Лаптевых* на 2-3 месяца в году освобождается ото льда. Длина разгона волн изменяется от 100 км в июле до 600 км в сентябре; максимальная длина разгона может достигать 800-1000 км. В июле волнение развито слабо и не превышает 1 м, в сентябре и октябре волнение достигает максимума – до 7 м [505].

Режим волнения в *Восточно-Сибирском море* развито слабо по сравнению с другими арктическими морями вследствие его значительной ледовитости и мелководности. С июля по сентябрь (по мере отступления кромки льда к северу) повторяемость сильного волнения возрастает, достигая максимума в сентябре. В середине августа в западной части моря появляется сравнительно большое пространство чистой воды. В этот период года при северо-западных ветрах 20 м/с максимальная высота волн достигает 4 м. При северо-восточных ветрах высота волн в этой части моря не превышает 2,5 м [505].

Волнение в *Чукотском море* определяется ветровым и ледовым режимом. В июле и августе наличие льда и преобладания антициклональной погоды препятствует развитию волнения. В сентябре и октябре волнение бывает наиболее сильным; высота волн достигает 5-7 м [505]. В целом, побережье Чукотского моря отличается максимумом ветроволновой энергии, которая на порядок превышает аналогичные характеристики для Восточно-Сибирского моря. Это обусловлено температурными контрастами между теплыми тихоокеанскими водами и холодными водами Чукотского моря, а также орографическими особенностями побережья.

#### 4.9.1.5 Термический и ледовый режим моря

Термический и ледовый режим моря тесно связаны между собой и зависят от географического положения, взаимодействия с водными массами других морей. От площади льдов существенно зависит волновой режим. Площадь льдов в арктических морях испытывает большие межгодовые колебания, отмечается тренд к её уменьшению. Термический режим моря определяет как параметры ледового покрова (продолжительность, толщину), так и скорости термоабразии берегов.

Значительную часть года *Баренцево море* покрыто льдами. Оно обменивается льдом с соседними морскими акваториями. Приток теплых атлантических вод, поступающих с Гольфстримом, защищает Баренцево море от формирования постоянного ледяного покрова. Наибольшая ледовитость характерна для апреля, наименьшая – для августа-сентября. Устойчивый припай устанавливается ежегодно в вершинах бухт и фиордов на Шпицбергене, почти во всех проливах Земли Франца Иосифа, в бухтах на Новой Земле, у побережья о-вов Белый, Виктория, Колгуев, в некоторых заливах южного побережья (Печорская губа, Хайпудырская губа и др.). Вдоль побережья Новой Земли и материка (от пролива Югорский шар до м. Канин Нос) ширина припая обычно не превышает нескольких сотен метров. Припай часто разрушается [505].

*Карское море* полностью покрыто льдом в осенне-зимний период. Летом оно освобождается ото льда лишь частично. В течение 9 месяцев акватория моря покрыта льдом разного вида и возраста. Осеннее льдообразование в северных районах моря начинается в сентябре. В бухтах и между островами устойчивый припай образуется сравнительно быстро, но неоднократно разрушается и восстанавливается, окончательно устанавливается к ноябрю. В южных районах моря начало льдообразования приходится на середину октября, оно начинается на распресненных приустьевых мелководьях Оби и Енисея. Окончательное формирование ледового покрова Карского моря наблюдается в середине февраля. Максимальная площадь припая характерна для начала мая. Очищение моря ото льда идет от восточного берега арх. Новая Земля, мыса Желания на восток, а также от Обь-Енисейского района на север и северо-восток. В юго-западной части моря лед обычно исчезает во второй половине августа, а в северо-восточной части лед, как правило, сохраняется и в теплое время года. Морские льды, особенно в юго-западной части моря, большую часть года защищают береговую зону от волнового воздействия. Оно возможно лишь в течение 20-25% времени года, когда море свободно ото льда [505].

Лед в *море Лантевых* наблюдается в течение всего года. В октябре-мае происходит образование льда, а в июне-сентябре наблюдается его разрушение. Зимой большая часть моря занята дрейфующим льдом, прибрежная часть покрывается припаем. Площадь припая в восточной части моря составляет примерно 30% площади акватории. В западной и северо-западной части моря припай невелик. Севернее припайной зоны находятся дрейфующие льды. Таяние льда начинается в июне-июле. К августу значительное пространство моря освобождается ото льдов [505].

*Восточно-Сибирское море* большую часть года покрыто льдом. Ледяной покров состоит из льда местного происхождения и многолетнего льда, выносимого из Центрального Арктического бассейна. В отдельные годы в восточную часть моря поступает мощный лед из района Канадских Арктических островов. Летом, в среднем на два месяца в году (август-сентябрь), ото льда освобождается узкая прибрежная полоса. От Певека до пролива Лонга южная кромка многолетних льдов часто расположена всего в 10-15 км от береговой линии. В устье р. Колыма в августе полоса открытой воли имеет ширину в среднем 150 км [505].

*Чукотское море*, несмотря на более южное положение, характеризуется наиболее суровым ледовым режимом. Первое появление льда у побережья отмечается в конце сентября. Устойчивое льдообразование начинается в северной и западной частях моря в конце сентября - начале октября. Позднее всего этот процесс происходит в центральной и южной частях моря (первая - вторая декада ноября). В октябре образуется припай

шириной 100-200 м. Формирование припая в Чукотском море происходит неравномерно по побережью. На развитие припая влияют в основном глубина моря и изрезанность береговой линии. Например, приглубость и малая изрезанность берега на участке от мыса Якан до мыса Дежнева препятствуют развитию припая, поскольку молодой лед обычно взламывается дрейфующим льдом и вовлекается во вдольбереговую перенос. К концу зимы припай достигает ширины от 4 до 18 км. Однолетний дрейфующий лед к концу зимы покрывает до 70% площади Чукотского моря. Процесс разрушения льда начинается в мае. С июня по август относительное количество ледяных полей уменьшается в среднем от 30-60% до 10-20%. Очищение моря ото льда начинается в районе, прилегающем к Берингову проливу, так как этот район подвержен влиянию теплых тихоокеанских вод [505].

#### *4.9.1.6 Криогенное строение берегов и термоабразионные процессы*

Криогенное строение, состав и льдистость пород определяют интенсивность термоабразионной переработки берегов. Криолитологические условия на отдельных участках арктического побережья России существенно отличаются.

Повсеместное развитие коренных пород определяет сравнительно малую льдистость ММП берегов Кольского п-ова (20-30%). Мощность ММП не превышает 20-30 м, температура не опускается ниже 1,5°C [505].

Наиболее суровые геокриологические условия отмечаются в восточной части Европейской части России. Здесь ММП занимают до 90-95% площади территории, и имеют сплошное, реже прерывистое распространение. Максимальная мощность мерзлых пород достигает 400-500 м. Температура ММП колеблется от 0 до -5°C [505].

На Урале ММП имеют сплошное распространение. Температура ММП колеблется от -3 до -5°C. Мощность криолитозоны может достигать 500-900 м. На побережье распространены повторно-жильные и пластовые льды [505].

Морское побережье Западной Сибири находится в пределах зоны сплошного развития ММП. Мощность мерзлых пород составляет 250-300 м. Температура многолетнемерзлых пород колеблется от  $-3^{\circ}$  на юге до  $-11^{\circ}\text{C}$  на севере. Мощность сезонно-талого слоя (СТС) составляет 0,2-0,6 м для торфа и 0,5-1,4 м для суглинков. Максимальные значения СТС характерны для песков [505].

В Западной Сибири достаточно широко распространены синкриогенные четвертичные отложения различного генезиса. Как правило, их мощность не превышает 5-7 м, на севере Ямала она достигает 15-20 м. Эти отложения отличаются высокой льдистостью: объемная льдистость торфа часто достигает 80-90%, льдистость супесчано-суглинистых отложений колеблется от 30 до 80% [505]. Большую часть разреза отложений, вскрывающихся в береговых уступах, составляют эпикриогенные породы, чаще всего представленные морскими глинами и суглинками с прослоями песков и супесей. В четвертичных отложениях широко развиты повторно-жильные льды (ПЖЛ). Ширина жил поверху достигает на севере региона 3-4 м. Жилы могут пронизывать всю толщу синкриогенных отложений (отмечались жилы высотой 15-20 м) и внедряться в нижележащие эпикриогенные породы, что способствует термоэрозии [505].

На севере Западной Сибири очень широко распространены пластовые льды различного генезиса [505], залегающие чаще всего в морских и прибрежно-морских эпикриогенных отложениях. Наиболее часто мощность пластовых льдов составляет 8-10 м (максимально - до 40 м). Они залегают на различных глубинах (обычно от 3 до 30 м).

Таймыр относится к зоне сплошного распространения ММП. Мощность криолитозоны возрастает от 300-400 м в западной части побережья Таймыра до 600-700 м на востоке. Температура ММП колеблется от  $-7$  до  $-13^{\circ}\text{C}$ . Мощность СТС колеблется от 0,2-0,5 м в торфе до 0,4-1,2 м в минеральных грунтах [505].

Для эпигенетически промерзших коренных пород характерно наличие трещинно-жильных льдов («разборная скала»). Морские и прибрежно-морские отложения промерзли преимущественно эпигенетически, для них характерна невысокая льдистость, преобладает массивная криотекстура. Аллювиальные и делювиально-солифлюкционные супесчано-суглинистые отложения относятся к синкриогенным. Они отличаются повышенной льдистостью (до 50-80%). Эти отложения включают мощные повторно жильные льды шириной до 4-5 м. Пластовые льды широко распространены преимущественно на западном Таймыре, на побережье Енисейского залива [505].

Приморские низменности Якутии находятся в зоне сплошного распространения ММП. Мощность криолитозоны 500-700 м. Температура ММП от  $-8$  до  $-13^{\circ}\text{C}$ . Мощность СТС в торфе составляет 0,2-0,4 м, в минеральных грунтах 0,4-1,2 м. Повсеместно на

морском побережье в береговых обрывах вскрываются высокольдистые синкриогенные отложения, представленные преимущественно пылеватыми супесями и суглинками (алеуритами), реже – пылевыми песками. Объемная льдистость обычно составляет 60-80%. Пластовые льды встречаются сравнительно редко [505].

Морское побережье Чукотки находится в зоне сплошного развития ММП. Мощность многолетнемерзлых пород составляет 200-300 м. Температура ММП колеблется от - 2 до -7°C. Мощность сезонно-талого слоя составляет 0,3-0,5 м для торфа и 0,6-1,0 м для суглинков. Достаточно широко распространены синкриогенные четвертичные отложения, их мощность достигает 20-30 м. Эти отложения отличаются высокой льдистостью, часто включают мощные ПЖЛ. Для супесчано-суглинистых синкриогенных отложений объемная льдистость достигает 60-80%. В регионе широко распространены эпикриогенные отложения. Объемная льдистость крупнообломочных эпикриогенных отложений обычно не превышает 15%, супесчано-суглинистых – 25-30%. В морских и ледниковых отложениях встречаются пластовые льды мощностью до 10 м [505].

Широкое развитие активно отступающих термоабразионных берегов, подобных изображенным на рисунке 4.48, в пределах морей Карского и Лаптевых (около 18% протяженности их побережья) пока не приводит к существенному ущербу для хозяйства в связи с малой освоенностью этой территории. Безусловно, при планировании освоения этих побережий необходимо учитывать деструктивный характер термоабразионных берегов. По мере потепления климата, повышения температуры воздуха и воды интенсивность термоабразии и термоденудации повысятся, и скорость разрушения таких берегов возрастет. Кроме того, с потеплением климата сократится мощность прибрежных льдов и увеличится продолжительность безледного периода, что приведет к усилению физического воздействия волн на берега и к активизации общего процесса их размыва и разрушения.



Рисунок 4.48 – Разрушение термоабразионных берегов [555]

#### 4.9.1.7 Факторы потенциального изменения режима развития берегов

Чтобы определить пути возможного изменения хода развития берегов арктических морей, необходимо выделить важнейшие факторы, определяющие эти изменения. Основные особенности гидрометеорологических условий морей Российской Арктики приведены в таблице 4.8 [505].

Таблица 4.8 – Гидрометеорологические условия морей российской Арктики в безледный период

Моря	Безледный период Коэффициент динамического возраста	Ветер			Средняя высота волн 50% обеспеченности, м	Колебания уровня (м)	
		Преобладающее направление (повторяемостью 40- 50%)	Скорость, м/с	Число дней с $V_{в>15}$ м/с в период открытой воды		Приливные	Сгонно-нагонные
Белое	июнь-ноябрь 0,51	ЮЗ, Ю	6-8	1-3 дня/месяц	0,8-1,2	1,2-9,8	0,7-1,3
Баренцево	июль-октябрь 0,5-1,0	С, СЗ	3-5	1-3 дня/месяц	1,1-2,8	0,2-3,7	0,3-3,5
Карское	июль-сентябрь 0,3	СВ, В	5-7	1-3 дня/месяц	1,0-1,5	0,5-1,0	1-3
Лаптевых	июль-сентябрь 0,14-0,20	С, СВ	3-4	1-2 дня/месяц	0,8-2,0	0,6-2,0	1-2,5
Восточно-Сибирское	август-сентябрь 0,1-0,18	В, СВ	5-6,5	6 ч, в единичных случаях до 3 суток	0,5-1,5	0,05-0,25	2-2,5
Чукотское	июнь-июль-октябрь 0,27	С, СЗ	5-6	1-3 дня/месяц	0,5-1,5	0,3-0,5	3-4

Абразионно-аккумулятивные процессы в целом определяют ход развития берегов. На интенсивность этих процессов в арктических морях прямо или косвенно влияет целый ряд природных факторов: При этом, наряду с относительно стабильными факторами (геологическое строение, подводный и надводный рельеф), есть факторы, степень влияния которых постоянно изменяется:

- Термический режим воздуха, морской и речной воды.
- Ледовые условия;
- Волновое воздействие;
- Режим и величина колебаний уровня моря;
- Объем, состав и крупность пляжеобразующих наносов;

Изменение характеристик ледового покрова (определяемых глобальными и региональными климатическими изменениями, а также термическими характеристиками, режимом и объемом речного стока) скажется на режиме волнения, ходе абразионных процессов. Важнейшим отличием арктических морей от других акваторий Мирового океана является сравнительно малая продолжительность воздействия гидрогенных процессов на берега, определяемая ледовитостью этих морей. Наличие ледового покрова в арктических морях существенно сокращает продолжительность возможного волнового воздействия на берега. Отсюда следует, что при анализе современного морфологического облика конкретного участка берега следует учитывать его динамический возраст.

Длительность существования ледяного покрова влияет на динамический возраст современной береговой зоны [505], поскольку он лимитирует время изменения побережья под влиянием морских факторов. С учетом относительного постоянства уровня Мирового океана в последние 6000 лет, на каждый участок берега при постоянно свободной поверхности моря волны воздействовали бы все 6000 лет. Поскольку берега арктических морей часть года прикрыты от волнения льдами, общее время такого воздействия существенно меньше. Коэффициент динамического возраста равен отношению продолжительности периода открытой воды к продолжительности года. Произведение общей возможной продолжительности развития берега при отсутствии ледяного покрова (6000 лет) на коэффициент динамического возраста позволяет оценить степень влияния волнового воздействия на динамику береговой зоны каждого конкретного побережья [505]. Коэффициент динамического возраста и динамический возраст побережий морей российской Арктики приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Отличия береговой зоны морей Российской Арктики по продолжительности ветро-волнового воздействия [505].

Море, регион	Коэффициент динамического возраста	Динамический возраст береговой зоны, лет
Баренцево море, юго-западная часть	1,0	6000
Баренцево море, юго-восточная часть	0,5	3000
Белое море	0,51	3060
Карское море	0,3	1800
Море Лаптевых, западная часть	0,14	840
Море Лаптевых, восточная часть	0,20	1200
Восточно-Сибирское море, западная часть	0,18	1080
Восточно-Сибирское море, восточная часть	0,10	600
Чукотское море, западная часть	0,09	540
Чукотское море, восточная часть	0,27	1620

Небольшая величина разгона волн, обилие островов приводят к тому, что ветровые волны арктических морей отличаются небольшой высотой и малым периодом. Такие волны способны размывать лишь берега, сложенные относительно легко размываемым материалом. Вместе с тем указанные свойства волн приводят к быстрому затуханию орбитальных скоростей волн с увеличением глубины. В таких условиях, с одной стороны, в пляжеобразовании могут участвовать частицы меньшего размера, с другой стороны – эти волны не способны перемещать наносы с подводного склона на пляж.

В последние десятилетия наблюдается устойчивый тренд к сокращению в Арктике покрытой льдом акватории. Сокращение площади морского льда в Арктике ускорилось в конце 1990-х гг. и достигло абсолютного минимума в сентябре 2007 г. В Сибирских арктических морях (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря) площадь льда сокращалась еще быстрее и уменьшилась в 5 раз. К середине августа 2012 г. площадь льда Арктики снизилась до 5 млн. км<sup>2</sup>, что является абсолютным минимумом на этот день с начала наблюдений в 1979 г. (по данным ААНИИ [565]). Основная причина деградации ледяного покрова в Арктике – повышение температуры воздуха в летний сезон, когда лед тает. Таяние начинается раньше, а замерзание вследствие появления значительных пространств чистой воды, которая прогрелась летом – позже. Кроме того, потепление в Арктике связано с изменениями циркуляции атмосферы, благодаря которым потоки более теплого и влажного воздуха все чаще направляются в высокие широты. Изменения в циркуляции атмосферы над Арктикой повлияли также на уменьшение количества многолетнего льда вследствие ускорения их выноса в Северную Атлантику. Вероятно, что климатический тренд на сокращение площади льда в конце летнего сезона сохранится. Важно отметить, что морской лёд в Арктике не исчезнет, ледовые условия в холодный период года будут по-прежнему сложными, а в какие-то годы – экстремальными.

Изменение характеристик (смена направления, повторяемости, интенсивности и т.п.) ветроволнового воздействия, связанное с перестройкой синоптических процессов в регионе и изменением характеристик ледового покрова (площадью, продолжительностью) может привести к увеличению этого воздействия. В таких условиях неизбежно усиление темпов абразии и изменение характеристик аккумулятивных процессов. С одной стороны, для пляжеобразования будут требоваться более крупные наносы, с другой стороны – поступление таких наносов с подводного склона усилится. На отдельных участках следует ожидать увеличения интенсивности аккумулятивных процессов, связанного с увеличением поступления твердого материала со смежных участков разрушающихся берегов. При изменении направления преобладающего волнения может измениться направление движения наносов, что приведет к переформированию аккумулятивных тел.

Естественно, перечисленные изменения ветроволнового режима наибольшее влияние окажут на ход развития берегов тех акваторий, где в настоящее время доля волнового фактора в формировании берега минимальна. Как следует из табл. , к таким акваториям относятся моря восточного сектора российской Арктики.

На ходе абразионно-аккумулятивных процессов могут сказаться изменения уровня моря. При этом влияние долгопериодных колебаний (связанных с глобальным изменением климата или тектоническими движениями) будет существенно меньше, чем влияние короткопериодных колебаний, определяемых в большей степени региональными синоптическими изменениями (изменение частоты и интенсивности стонно-нагонных явлений, режима и объемов речного стока). В целом влияние колебаний уровня моря скажется на увеличении темпов абразии, и на существенной перестройке (в отдельных случаях – деградации) аккумулятивных тел. Возможно существенное увеличение площадей прибрежных низменностей, затапливаемых при нагонах и паводках.

Колебания режима и объемов жидкого речного стока (определяемые глобальными и региональными климатическими изменениями) могут изменить частоту и силу катастрофических паводков, заторных подъемов уровня, привести к изменению термического и химического режима в приустьевых участках морского побережья.

Колебания объемов твердого речного стока (определяемые глобальными и региональными климатическими изменениями) проявятся в существенной перестройке (в случае уменьшения стока – деградации, в случае увеличения – в росте) дельт и приустьевых аккумулятивных тел.

Изменения термического режима воздуха, морской и речной воды (определяемые глобальными или региональными синоптическими изменениями) могут существенно изменить интенсивность термоабразионных и термоэрозионных процессов на морском берегу. Это скажется на увеличении темпов разрушения берегов, и увеличении объемов поступающих в береговую зону наносов.

Как видно, состав важнейших факторов, определяющих динамику морских побережий в Арктике, очень широк. Все эти факторы взаимосвязаны, причем эти связи настолько сложны, что определить результат их совместного действия чрезвычайно трудно. Чтобы определить пути возможного изменения хода развития берегов арктических морей, в каждом конкретном случае необходимо глубокое изучение (в том числе с проведением натурных исследований) конкретного участка побережья.

#### 4.9.1.8 Типизация берегов по степени устойчивости к негативным природным процессам и явлениям

На берегах, сложенных прочными коренными горными породами (Мурманский берег, архипелаги Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, западное побережье п-ова Таймыр), существующие скорости абразии невелики и мало зависят от изменений климата, уровня моря, характеристик ветроволнового режима и подобных глобальных или региональных процессов. Устойчивости подобных берегов, как на рисунке 4.49, в настоящее время никакие природные процессы или явления не угрожают.

Несколько иная ситуация с берегами, сложенными легко поддающимися выветриванию горными породами, в условиях слабого волнового воздействия – вследствие ледового режима прилегающей акватории (отдельные участки архипелагов Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля). Вдоль таких берегов накоплен крупнообломочный материал, поступающий при денудации. Колебания уровня моря любой природы или знака практически не окажут никакого воздействия на подобные берега. Иначе дело обстоит с изменением волнового воздействия. При достижении силы волнения, позволяющей перемещать основную массу крупнообломочного материала, неизбежно начнется его движение вдоль берега. При этом резко усилится абрадирующее воздействие этого материала на подстилающие породы, увеличится скорость истирания материала. Степень и скорость этого процесса будет зависеть, в основном, от состава горных пород и интенсивности волнового воздействия. В любом случае следует ожидать существенного перераспределения накопившихся ранее вдоль всего берега наносов, и усиления процесса абразии основания клифа.



Рисунок 4.49 – Слева – берег из прочных горных пород (о. Вайгач в районе м. Болванский Нос, фото с сайта РГО); справа – берег из пород, склонных к выветриванию (арх. Новая Земля вблизи устья р. Саханиха)

Наличие и устойчивость аккумулятивных форм, сопряженных с участками коренного абразионного берега из прочных пород, как на рисунке 4.50, обусловлены особенностями геологического строения побережья. Эти формы сложены наносами, поступающими либо со смежных участков берега (при преобладании вдольбереговых движений наносов), либо с подводного склона (при преобладании поперечного движения наносов). Возможные в арктическом регионе изменения (усиление волнового воздействия, смена направления волнения), несомненно, отразится на интенсивности их переформирования. Тем не менее, основные тенденции их развития не изменятся.

Относительное повышение уровня моря (складывающегося из тектонических движений земной поверхности и глобального повышения уровня океана) может привести к некоторой перестройке этих аккумулятивных форм (смещению в сторону суши), при недостатке наносов могут быть частично затоплены некоторые их участки. В целом, учитывая малые величины этого повышения (сравнительно с амплитудой приливов, сгонно-нагонных колебаний уровня и т.п. короткопериодных процессов), целостности большинства из них ничего не угрожает.

Измерения характеристик ветроволнового режима (интенсивность, направление, повторяемость), могут изменить конфигурацию подобных аккумулятивных форм, состав пляжевых отложений. Тем не менее, учитывая местоположение большинства из рассматриваемых аккумулятивных форм, располагающихся преимущественно в вогнутостях берега, под прикрытием прочных мысов или островов, вероятность полного разрушения этих форм крайне низка.

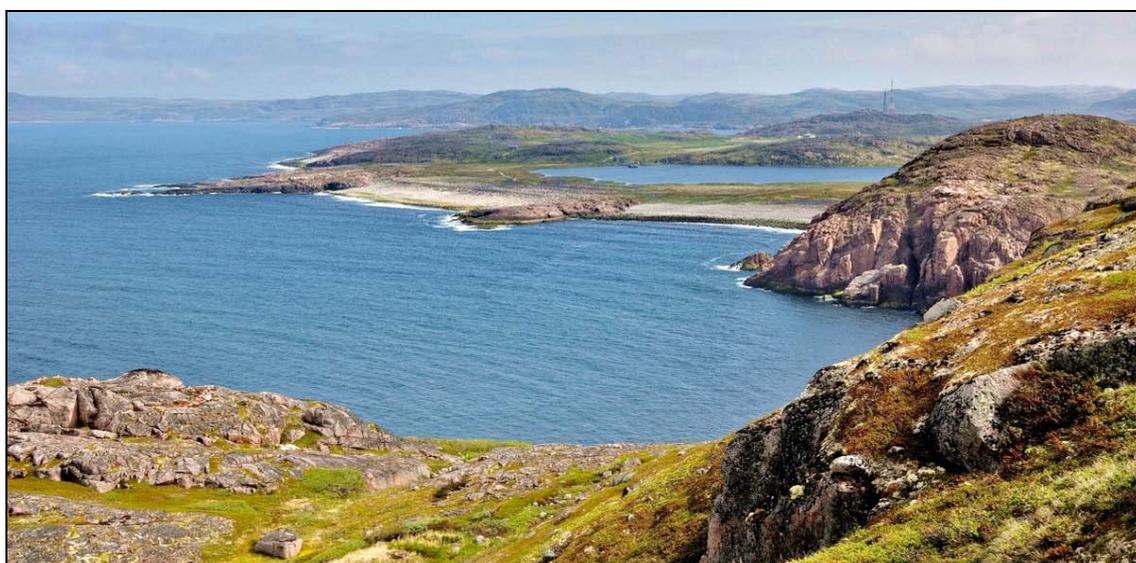


Рисунок 4.50 – В вогнутостях коренного абразионного берега располагаются короткие аккумулятивные участки. Мурманский берег Баренцева моря в районе пос. Териберка

В наибольшей степени подвержены изменениям абразионные берега, сложенные легкоразмываемыми рыхлыми осадочными породами. Такие берега постоянно разрушаются даже в «обычном» режиме, скорость абразии зависит от интенсивности волнового воздействия, рельефа и состава пород.

Для подобных берегов без наличия больших объемов ископаемого льда (северо-восточное побережье п-ова Таймыр, побережья Восточно-Сибирского и Чукотского морей к востоку от г. Певек, п-ов Канин) критическими факторами являются волнение и уровень моря. При увеличении волнового воздействия (в результате смены синоптического режима или длины разгона волны) или повышении уровня моря разрушение такого берега ускорится. При этом повышение температуры воздуха или воды прямого влияния на скорость абразии оказывать не будут.

Наиболее зависимы от внешних условий и быстрее всего разрушаются берега, в строении которых наряду с рыхлыми осадками принимает участие ископаемый лед (п-ова Ямал, Гыданский, Новосибирские о-ва, побережье Восточно-Сибирского моря). Увеличение температуры воды или воздуха даже при сохранении остальных параметров в норме приводит к увеличению скорости термоабразии. При увеличении волнового воздействия, повышении уровня моря и одновременном увеличении темпов термоабразии скорость разрушения таких берегов может вырасти в разы. Для некоторых островов, сложенных рыхлыми породами с большим содержанием льда (Новосибирские острова) усиление темпов термоабразии грозит полным разрушением.

Следует отметить, что при отсутствии условий для вдольберегового перемещения наносов, и наличии в составе слагающих разрушающийся берег пород достаточных объемов пляжеобразующих наносов, возможно возникновение перед клифом широкой полосы аккумуляции. По мере образования выраженной аккумулятивной формы перед абразионным берегом, возможно сокращение волнового воздействия на клиф и темпов абразии в целом.

Влияние изменения внешних условий на береговые аккумулятивные будет различным в зависимости от типа их питания и формирования. Аккумулятивные формы продольного движения наносов, сформированные наносами от разрушающихся коренных берегов или выносами рек. При наличии участка абразионного берега, поставляющего в береговую зону пляжеобразующий материал, и условий для формирования вдольберегового потока наносов, на прилегающих вогнутых участках берега образуются широкие пляжи или пересыпи, на выпуклых участках берега формируются косы. Повышение уровня моря, как правило, вызывает увеличение скорости разрушения

абразионных берегов, поэтому может привести к увеличению скоростей роста сопряженных с ними аккумулятивных форм.

Увеличение волнового воздействия при увеличении безледового периода, длины разгона волны, вызывает увеличение скорости разрушения абразионных берегов, поэтому может привести к росту сопряженных с ними аккумулятивных форм.

Изменения преобладающего направления волнения могут существенно изменить конфигурацию подобных аккумулятивных форм. Увеличение поперечной берегу составляющей волнения может привести к уменьшению объемов вдольберегового переноса наносов, что неизбежно приведет к деградации аккумулятивной формы. При этом на самом участке размыва коренного берега могут создаваться условия для аккумуляции наносов. Увеличение вдольбереговой составляющей приведет к увеличению роста дистального конца аккумулятивной формы, и локальным размывам вдоль аккумулятивного тела.

Для аккумулятивных форм поперечного движения наносов, сформированных наносами с подводного склона, относительное повышение уровня моря (складывающегося из тектонических движений земной поверхности и глобального повышения уровня океана) может привести к перестройке этих аккумулятивных форм (смещению в сторону суши), при недостатке наносов могут быть частично затоплены некоторые их участки. В целом, учитывая малые величины этого повышения (сравнительно с амплитудой приливов, сгонно-нагонных колебаний уровня и т.п. короткопериодных процессов), целостности большинства из них ничего не угрожает.

Увеличение волнового воздействия, связанное с изменениями синоптической ситуации, увеличением безледового периода или длиной разгона волны, могут вызвать ускорение смещения подобных аккумулятивных форм в сторону суши. На пересыпи Уэлен у одноименного поселка, изображенного на рисунке 4.51, сильный шторм продолжительностью 93 часа в октябре 1969 г., вызвал смещение бара в сторону суши на 5 м [505]. Также может существенно измениться состав пляжевых отложений. При увеличении интенсивности волнового воздействия для пляжеобразования будут требоваться более крупные наносы, при их отсутствии будет происходить вынос наносов на глубину, и постепенная деградация аккумулятивной формы вплоть до её разрушения.

Изменение направления преобладающих волнений может привести к увеличению объемов вдольберегового переноса наносов, что приведет к перераспределению материала между разными частями аккумулятивной формы. На некоторых участках могут создаваться условия для полной деградации аккумулятивного тела.

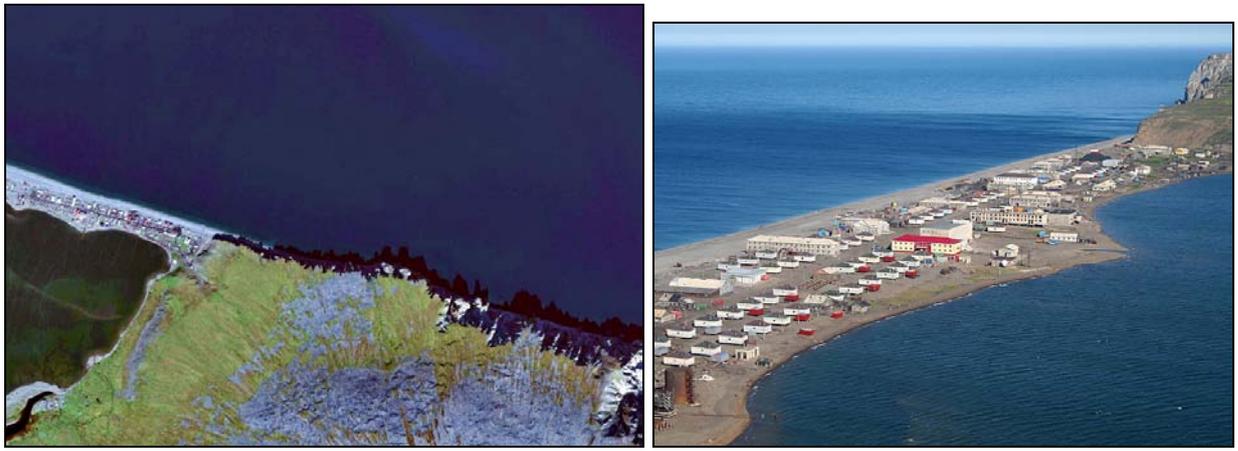


Рисунок 4.51 – Пос. Уэлен расположен на одноименной косе (пересыпи). Чукотское море

На значительных участках побережий арктических морей уклоны прибрежного подводного рельефа очень малы, и поступление наносов с подводного склона не происходит. Пляжеобразующие наносы поступают только от размыва коренного берега или с речным стоком. При достаточном объеме наносов вдоль всего берега формируется протяженная аккумулятивная форма. По своему строению и эволюции такие формы наиболее близки к пересыпям, то есть в их динамике большую роль играют поперечные движения наносов и эоловые процессы [528].. Своеобразно развиваются берега подобного типа на небольших островах или мысах. Поскольку формирующейся из продуктов разрушения берега аккумулятивной форме не на что «опереться», свободные края её постепенно огибают остров, как на рисунке 4.52, образуя так называемые «окаймляющие» бары. Поскольку за счет вдольберегового движения наносов происходит их постоянная потеря, вся аккумулятивная форма смещается быстрее, чем это было бы на коренном берегу (где наносы задерживались бы мысами). В конце концов, остров полностью срезается морем, и оставшаяся на его месте дуговидная подводная аккумулятивная форма постепенно «рассасывается» на подводном склоне, выражаясь в рельефе как пологая банка.

В целом, при сохранении положительного баланса наносов, колебания уровня моря не приводят к существенным изменениям подобных аккумулятивных форм. При постоянном уровне моря активно развиваются эоловые формы. При повышении уровня моря наблюдается постепенное смещение аккумулятивной формы в сторону побережья, при этом ее поперечная структура практически не меняется. Иначе развивается ситуация при увеличении волнового воздействия или изменении параметров волнения. При увеличении интенсивности волнового воздействия для пляжеобразования будут требоваться более крупные наносы, при их отсутствии будет происходить вынос наносов на глубину, и постепенная деградация аккумулятивной формы вплоть до её разрушения.

Изменение направления преобладающих волнений может привести к увеличению объемов вдольберегового переноса наносов, что неизбежно приведет к перераспределению наносов между разными участками аккумулятивной формы. На отдельных участках будет наблюдаться размыв аккумулятивной формы, на других напротив, будет происходить усиленная аккумуляция наносов.



Рисунок 4.52 – При достаточном количестве наносов, низменную тундру и акваторию моря разделяет аккумулятивная форма, режим развития которой определяется конфигурацией берега. Слева – Печорское море, справа – море Лаптевых (Яндекс)

В условиях пониженного волнового воздействия (чаще всего – в глубоких заливах, или районах с продолжительным ледовым периодом), на участках пологого прибрежного рельефа (как правило, в зонах современного тектонического опускания земной коры), с отсутствием пляжеобразующих наносов, формируются берега особого типа. На таких участках берегов, подобных изображенному на рисунке 4.53, зону тундры и акваторию моря разделяет зона приливных или нагонных осушек, иногда достигающая ширины нескольких километров. В морфологии таких зон часто выделяются несколько уровней [529].. Для таких берегов опасны как подъем уровня моря, так и изменение синоптических характеристик (рост высоты волн или уровня нагонов). Повышение уровня моря приводит к затоплению новых участков суши (что при нагонах может носить катастрофический характер). На некоторых участках может наблюдаться развитие абразионных или аккумулятивных процессов, при этом объемы участвующих в этих процессах наносов малы и не оказывают существенного влияния на ход развития берега.



Рисунок 4.53 – При недостаточном для образования аккумулятивных форм количестве наносов, низменную тундру и море разделяет промежуточная зона, достигающая ширины нескольких километров. Карское море, Байдарацкая губа

#### 4.9.2 ОГРАНИЧЕНИЯ, НАКЛАДЫВАЕМЫЕ НА ВИДЫ И СТЕПЕНЬ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ В СВЯЗИ С ОСОБОЙ УЯЗВИМОСТЬЮ ЭТИХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ПРИРОДНЫМ ЯВЛЕНИЯМ

Хозяйственное освоение берегов арктических морей может идти несколькими путями (либо их сочетанием). Первый путь – строительство хозяйственных объектов на берегу либо в акваториях закрытых от волнения бухт и заливов. Вторым путем – строительство хозяйственных объектов на берегах (или на дне) открытого моря либо на шельфе. Естественно, подверженность этих объектов различным природным воздействиям будет существенно различаться в зависимости от типа и состояния берегов. Таким образом, надо учитывать степень уязвимости конкретного хозяйственного объекта к воздействию опасных природных явлений.

Кроме того, как указано в предыдущем параграфе, сами арктические берега России значительно различаются по степени подверженности негативным (экстремальным) природным процессам. Соответственно, хозяйственные объекты (даже однотипные) будут подвергаться совершенно разному воздействию на берегах разных типов. Таким образом, надо учитывать степень уязвимости конкретного берега к воздействию опасных природных явлений.

Таким образом, состав ограничений, накладываемых на виды и степень хозяйственного освоения берегов арктических морей России в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям, будет

полностью зависеть от сочетания приведенных выше факторов.

*Берега, сложенные прочными породами, устойчивыми к абразии + хозяйственные объекты, не зависящие от состояния акватории.*

На участках побережий, сложенных прочными породами, практически нет опасных природных процессов, в реальной перспективе угрожающих целостности расположенных на берегу хозяйственных объектов. Скорости изменения уровня моря или абразии сравнительно малы, и их легко учесть при проектировании сооружений. Иных существенных ограничений для хозяйственного использования берегов в связи с особой уязвимостью этих природных объектов к экстремальным природным явлениям, нет.

*Берега, сложенные прочными породами, устойчивыми к абразии + хозяйственные объекты, зависящие от состояния акватории.*

Наиболее сложным для учета фактором в данной ситуации является изменение климатических и гидрологических характеристик акватории. Изменения параметров ветроволнового режима (направление, высота волн), стонно-нагонных колебаний уровня моря, или ледового режима (продолжительность безледового периода, толщина льда, дрейф льдов, размер свободной ото льда акватории) на данном уровне развития знаний практически не прогнозируются с достаточным для проектирования уровнем точности. В связи с этим, при проектировании любых объектов (зависящих от параметров волнового или ледового режима акватории) даже на устойчивом берегу, следует предусматривать наиболее экстремальные сценарии изменений климатических и гидрологических параметров акватории.

*Берега, сложенные рыхлыми породами, неустойчивыми к абразии + хозяйственные объекты, не зависящие от состояния акватории, но зависящие от положения уреза.*

К таким объектам можно отнести любые наземные объекты, располагающиеся вблизи берега. При проектировании следует либо защищать от размыва достаточно протяженный участок берега (скорости отступления уреза могут существенно зависеть от состояния смежных участков берега), либо предусматривать «буферное» расстояние до уреза, рассчитываемое исходя из предполагаемых сроков эксплуатации объекта и скоростей абразии. Скорость абразии напрямую зависит от изменения параметров ветроволнового режима (направление, высота волн), стонно-нагонных колебаний уровня моря, или ледового режима (продолжительность безледового периода, ширина свободной воды). Эти параметры на данном уровне развития знаний не прогнозируются с достаточным для проектирования уровнем точности. Исходя из вышеизложенного, чаще всего предпочтительным вариантом остается перенос проектируемых объектов вглубь территории (возможность такого переноса, учитывая малую освоенность региона,

практически всегда имеется). В случае невозможности такого переноса единственным вариантом является защита берега от размыва (что требует наличия значительных ресурсов строительных материалов в районе строительства). Помимо решения задачи защиты проектируемого объекта, берегоукрепительные сооружения не должны оказывать отрицательного воздействия на смежные участки берега.

*Берега, сложенные рыхлыми породами, неустойчивыми к абразии + хозяйственные объекты, зависящие от состояния акватории, и мало зависящие от положения уреза.*

К таким объектам относятся подводные трубопроводы (на прибрежных участках), эстакады на свайном основании, мосты, дамбы, искусственные острова и т.п. При проектировании таких объектов критическими являются климатические и гидрологические характеристики акватории. Изменения параметров ветроволнового режима (направление, высота волн), стонно-нагонных колебаний уровня моря, или ледового режима (продолжительность безледового периода, толщина льда, дрейф льдов, глубина воздействия льда на дно) на данном уровне развития знаний практически не прогнозируются с достаточным для проектирования уровнем точности. В связи с этим, при проектировании любых объектов (зависящих от параметров волнового или ледового режима акватории) следует предусматривать наиболее экстремальные сценарии изменений климатических и гидрологических параметров акватории.

*Берега, сложенные рыхлыми породами, неустойчивыми к абразии + хозяйственные объекты, зависящие от состояния акватории, зависящие от положения уреза.*

Таковыми объектами являются практически все сооружения, которые конструктивно или технологически должны находиться непосредственно на морском берегу (например, портовые сооружения). В связи с исключительной сложностью учета всех потенциально возможных опасных природных явлений, воздействующих на данные сооружения, наиболее разумным является полный отказ от размещения подобного объекта на данном участке побережья.

*Низменные берега с широкой переходной зоной (полосой осушки) + любые хозяйственные объекты.*

В связи с периодическим затоплением данной зоны при приливах, нагонах, паводках на прилегающих реках, исключительной сложностью учета параметров всех потенциально возможных опасных природных явлений, воздействующих на данные сооружения, наиболее разумным является полный отказ от размещения любых объектов на данном участке побережья. В случае необходимости следует предусматривать конструкцию объекта так, чтобы его функциональность не зависела от уровня воды (на свайном основании, под защитой дамб и т.п.).

#### 4.10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЕРСПЕКТИВНОМУ ЭКОНОМИЧЕСКОМУ ОСВОЕНИЮ БЕРЕГОВЫХ ЛАНДШАФТОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ДОПУСТИМЫХ ВИДОВ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для арктического побережья, по сравнению с побережьями других морей России слабо хозяйственно освоенного, многие проблемы такого освоения практически отсутствуют. При этом есть ряд своих, характерных именно для арктического побережья проблем. Главные факторы, ограничивающие хозяйственную деятельность на побережье арктических морей, это:

- слабая изученность региона, отсутствие или недостаточный объем достоверной информации по развитию природных процессов в регионе;
- динамичное, часто трудно предсказуемое развитие опасных природных процессов на морском берегу, усугубляемое глобальными и региональными изменениями климата;
- чрезвычайная дороговизна любой хозяйственной деятельности, по сравнению с другими регионами России, что, прежде всего, связано с удаленностью региона и практическим отсутствием транспортной инфраструктуры;
- фактическое отсутствие государственной программы комплексного освоения побережий арктических морей.

В существующих условиях, планируя любую хозяйственную деятельность на арктическом побережье, прежде всего, необходимо ставить задачу не «что делать», а «как делать». Слабая освоенность побережья и тот факт, что новое освоение будет происходить на современном техническом и научном уровне, позволяют широко варьировать как местом расположения проектируемого объекта, так и применяемыми технологиями, дают возможность организовать хозяйственное использование береговых ландшафтов без нанесения им существенного ущерба.

Реальный переход к рыночной экономике (в том числе в системе крупных госкорпораций, участвующих в освоении арктического региона), неизбежно вынудит искать наиболее экономически выгодное решение. Это решение должно быть основано на предполагаемой выгоде, затратам на технологические решения (в том числе научные изыскания), и природоохранной составляющей (компенсаций за возможный ущерб). С такой точки зрения, участие государства должно ограничиваться лишь координирующими и контролирующими функциями.

Фактор выгоды определяет сам инвестор, исходя из сферы деятельности и уровня предполагаемых затрат. В эти затраты обязательно должны быть включены затраты на компенсацию реального или потенциального ущерба окружающей среде. Причем размер такой компенсации будет прямо зависеть от технологичности (в том числе устойчивости к опасным природным явлениям) и экологичности (то есть минимизации негативного воздействия на зону влияния объекта) строительства и эксплуатации объекта (независимо от его назначения). При таком подходе обязательным фактором хозяйственного освоения арктических побережий должна стать единая система контроля хозяйственной деятельности (в любой сфере) всего региона. В настоящее время такой системы нет, что приводит к многочисленным фактам нарушения существующих природоохранных законов.

Для снижения издержек на строительство и эксплуатацию объекта в условиях наличия в регионе многих негативных природных явлений, главным фактором освоения должна стать научная составляющая. Современный уровень знаний о природных процессах, происходящих на морских берегах региона, достаточно высок, поэтому «предсказать» ход развития того или иного участка берега вполне реально. Тем не менее, для объектов, рассчитанных на долгий срок эксплуатации или повышенной ответственности, необходимо выполнять прогноз с повышенной точностью. Для такого прогноза требуется большой массив статистических данных по многим параметрам, характеризующих состояние геосистемы за продолжительный период. Такой массив может быть получен только при наличии в регионе сети мониторинга важнейших параметров (климатических, гидрологических, геофизических и т.п.). К сожалению, в настоящий момент такой сети фактически нет, и её создание в ближайшие годы не планируется.

#### 4.11 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕХАНИЗМАМ УРЕГУЛИРОВАНИЯ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ ПРОТИВОРЕЧИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЕРЕГОВЫХ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ

Анализ структуры современной и перспективной хозяйственной деятельности на арктических побережьях России показал:

- Активно используются лишь некоторые участки западного сектора (побережья Баренцева, отчасти Карского моря);
- На остальных побережьях отмечена активная деградация существовавшей в советский период промышленной, транспортной и коммунальной инфраструктуры;
- Реализуемых в существующих экономических условиях перспективных проектов, связанных с экономическим освоением арктического побережья практически нет, исключение составляют проекты разработки крупных месторождений углеводородов в западной Арктике;
- Реализация проектов освоения нефте-газовых месторождений находится в жестких рамках высокой стоимости, высокой экологической опасности, появлением альтернативных источников сырья у потенциального потребителя, поэтому ведется лишь разведка в западном секторе, что хорошо видно из таблицы 4.10;
- Транспортное развитие территории ограничено лишь ближайшими окрестностями существующих или в настоящий момент строящихся объектов нефтегазовой индустрии, населенных пунктов;
- Существующие проекты развития международного транспортного коридора по трассе Северного морского пути пока носят «тестовый» характер, наличие множества труднопрогнозируемых факторов (экономических, климатических, политических) не позволяет ожидать прорыва в этом направлении;
- Низкие темпы обновления транспортного, рыбопромыслового, служебного флота приводят к снижению доли перевозок внутренних и внешнеторговых грузов флотом, приписанным к портам арктических морей, снижению промышленной добычи водных биоресурсов до рекордно низких показателей;
- Отсутствие современного флота в арктических морях России ведет к переходу на истощительный режимам использования водных биоресурсов и грозит их деградацией;

- Достаточно высокая потенциальная инвестиционная привлекательность межрегиональных и международных проектов в природоохранной и рекреационной сфере в приарктических регионах в настоящее время существенно ограничена реальной социально-экономической ситуацией в России и мире.

Таблица 4.10 – Характеристика геологоразведочных работ на арктических акваториях [566]

Море	Глубокое бурение		Сейморазведка 2D		Сейморазведка 3D Объем, кв.км
	Объем, пог. км	Кол- во скважин	Объем, тыс. пог. км	Плотность, пог. км/ км <sup>2</sup>	
Баренцево	93,63	34	275	0,27	2404
Печорское	70.83	21	83,7	0.8	2191,5
Карское (включая губы и заливы)	52.29	28	126,5	0,13	3159,5
Лаптевых	-	-	30,2	0,04	-
Восточно-Сибирское	-	-	8.8	0,01	-
Чукотское	-	-	13,3	0,03	-
Всего	216,75	83	537,5	1,28	7755

В сложившихся условиях, можно констатировать, что сокращение хозяйственной и военной деятельности в арктическом регионе России достигло того уровня, когда на большей части его экосистема развивается фактически, в естественном режиме. По сути, глобальные и региональные изменения климата несут большую угрозу сложившимся геосистемам арктического побережья, чем антропогенное влияние.

Можно выделить следующие возможные межотраслевые противоречия в арктическом регионе, касающиеся состояния береговых морских ландшафтов:

- Развитие нефтегазового сектора несет высокую угрозу нарушения целостности и привлекательности прибрежных ландшафтов, что отражается на возможных перспективах развития рекреационной сферы;
- Развитие нефтегазового сектора входит в противоречие с планами организации сети ООПТ в регионе, при этом для многих арктических видов животных и растений в условиях сокращения естественных местообитаний (по причине глобальных климатических изменений) сохранение ключевых участков их обитания является первоочередной задачей;
- Развитие рекреационной деятельности в регионе в условиях отсутствия контроля за проведением экскурсий несет прямую угрозу природоохранной сфере (нарушение условий существования животных и птиц, целостности ландшафтов в районе наиболее популярных маршрутов).
- Отсутствие федерального закона «О береговой зоне» не позволяет разграничить зоны ответственности между администрациями или землепользователями.

В современных социально-экономических и политических условиях главным путем разрешения межотраслевых противоречий в регионе должно стать создание единого управляющего (координирующего) государственного межведомственного (надведомственного) органа, в функции которого будут включены:

- Модернизация инфраструктуры для эффективного изучения, освоения и использования морских пространств и ресурсов Арктической зоны России, а также социально-экономического развития приморских территорий северных морей.
- Мониторинг состояния природной среды региона (в том числе опасных природных явлений), организуемый на базе существующей сети полярных станций, метеостанций. Экономической основой для такого мониторинга будет снижение издержек, связанных с влиянием климатических изменений и проявлениями опасных природных явлений.
- Контроль любой хозяйственной деятельности в регионе, включающий прогноз взаимовлияния планируемой хозяйственной деятельности и опасных природных явлений, оценку возможного негативного влияния проектируемого или существующего объекта на экосистемы региона.
- Контроль (с использованием систем GLONASS и GPS) за перемещением транспортных средств (как в акватории морей, так и на прибрежных территориях). Данная мера позволит снизить разрушительное воздействие на тундровые ландшафты от перемещения техники, снизить воздействие на колонии животных и птиц в акватории и на берегах морей.
- Контроль за организацией экскурсий и путешествий в регионе, включающий подготовку специалистов в данной сфере.
- Подготовка предложений и рекомендаций по ведению хозяйственной деятельности в регионе, включая организацию новых ООПТ, туристических маршрутов (в том числе с использованием существующей сети полярных станций).
- Экологическое просвещение населения региона (включая экологическое образование руководящего звена).

Помимо изложенного, необходимо принятие федерального закона «О береговой зоне морей», включающего положения об особом статусе арктических побережий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ к Тому 4

Завершая физико-географический и социально-экономический обзор побережий Российской Арктики, следует особо подчеркнуть следующее. Развитие морских береговых ландшафтов в Арктике в настоящее время определяется природными факторами, в первую очередь – глобальными и региональными изменениями климата.

Средние температуры за последние 100 лет в арктическом регионе повысились почти вдвое больше, чем в среднем по Земле. 2007 г. был самым теплым за весь период наблюдений с 1921 года. Полной статистики по текущему 2012 г. еще нет, но уже ясно, что площадь льдов в этом году снизилась до минимальных размеров за весь период наблюдений. Указанные процессы имеют прямое влияние на динамику морских берегов региона, поскольку резко увеличиваются интенсивность проявления экзогенных факторов (абразии, термоабразии, термоденудации).

Современный гидрологический режим устьевых областей крупных рек Арктики в значительной степени формируется и изменяется под влиянием динамики речного стока. За последние десятилетия для большинства бассейнов арктических морей наблюдается увеличение водного стока и повышение температур речной воды.

Изменения климата и вызванные им последствия негативно влияют на хозяйственную инфраструктуру прибрежных территорий. В наибольшей степени создается опасность для сооружений, расположенных вблизи берега. Если учесть специфику региона, когда освоение велось именно с берега, большинство поселков или хозяйственных объектов расположены именно на берегах, часто – на аккумулятивных формах (пересыпях, косах), наиболее подверженных разрушению.

Высокая опасность разрушения транспортных, промышленных, коммунальных и других объектов приводит резкому удорожанию их проектирования, строительства и эксплуатации, и ухудшает конкурентоспособность любых инвестиционных проектов.

В современных социально-экономических и политических условиях главным путем разрешения проблем хозяйственного освоения в регионе должно стать создание единого управляющего (координирующего) государственного межведомственного (надведомственного) органа. Это позволит снизить экономические издержки за счет опережающего (на стадии проектирования) выявления наиболее опасных процессов или участков их проявления, принятии комплексных решений по развитию региона.

С другой стороны, огромные трудности хозяйственного освоения арктических побережий положительно сказались на сохранности естественных экосистем региона, и при существующей социально-экономической ситуации большинству побережий региона хозяйственное преобразование не грозит. Тем не менее, имеются некоторые ключевые участки береговых ландшафтов, которые требуют создания особых условий землепользования (либо полного запрета хозяйственной деятельности) с целью сохранения всех компонентов геосистем данных ландшафтов. В число ключевых участков следует включить уже созданные ООПТ, и дополнять их список, исходя из результатов научных исследований всех компонентов геосистем рассматриваемого арктического побережья.

Как уже отмечалось, необходимо скорейшее принятие федерального закона «О береговой зоне морей», включающего положения об особом статусе арктических побережий. Этим законом целесообразно было бы предусмотреть особые режимы природопользования (учитывающие как современную динамику берегов, так и прогноз их трансформации в условиях изменения климата) на берегах разного типа.