

Полярные регионы



ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ:

Когда-то первозданно чистая окружающая среда полярных регионов подвергается загрязнению. Она испытывает воздействие высоких доз ультрафиолетового облучения. Полярные шапки, шельфовые и другие ледники Арктики и Антарктики тают в результате глобального потепления.

- Полярные регионы служат поглотителями загрязняющих веществ, в том числе стойких органических загрязнителей, тяжелых металлов и радиоактивных элементов, которые аккумулируются в пищевых цепях и угрожают здоровью обитателей Арктики.
- Наиболее высокие концентрации кадмия, когда-либо регистрировавшиеся у птиц, были обнаружены у тундрной куропатки, обитающей на севере Норвегии и на Территории Юкон в Канаде.
- С 1950 по 1989 год поголовье норвежского домашнего северного оленя выросло в три раза; за этот период лишайниковый покров был полностью выбит пасущимися животными на территории площадью в несколько тысяч квадратных километров.
- Для своего развития экосистемы Арктики располагают лишь узким "окном", рамки которого определяются состоянием снежного покрова и наличием дневного света. Любые изменения параметров этого "окна" могут привести к далеко идущим последствиям.
- Содержание технеция-99 в некоторых бурых водорослях Норвегии выросло за период 1996–1997 годов в пять раз в результате сбросов с завода по переработке ядерных материалов в Селлафилде.
- Окружающая среда многих субантарктических островов несет на себе характерный отпечаток антропогенных воздействий, связанных в первую очередь с намеренной интродукцией хищников и паразитов животных.
- Даже по самым скромным оценкам, смертность альбатросов в связи с ловом рыбы в Южном океане составляет 44 тыс. особей в год. Аналогичные проблемы существуют и в Арктике.
- Если законный вылов патагонского клыкача в водах Антарктики составлял, по сообщениям, 10 245 т в год, то масштабы незаконного вылова этого промыслового вида оценивались более чем в 100 тыс. т, причем только в Индоокеанском секторе Южного океана.

Арктика и Антарктика находятся в буквальном смысле слова на разных полюсах. Имея ряд общих черт, таких как расположение в высоких широтах, холодный климат и отдаленность от остального мира, они также характеризуются значительными различиями. Если центральная часть Арктики – это обширный и глубокий океан, окруженный массивами суши, то Антарктика представляет собой крупный, частично покрытый льдами массив суши, окруженный со всех сторон океаном. В настоящей главе эти два региона рассматриваются по отдельности, за исключением обсуждения общей для Арктики и Антарктики проблемы озона и полярных морских льдов (см. карты на стр. 177 и вставку на стр. 178).

Арктический и Антарктический регионы в тех границах, которые приняты в настоящем обзоре, показаны на картах на следующей странице. Границами Арктики считаются рубежи, утвержденные на международном уровне в рамках Арктической программы мониторинга и оценки (АМАП), принятой Арктическим советом. Что касается Антарктики, то ее естественной океанографической и биологической границей служит полярный атмосферный фронт, или антарктическая конвергенция (граница между холодными антарктическими и более теплыми северными водами). Таким образом, Антарктикой в настоящем обзоре называется территория, находящаяся южнее антарктической конвергенции, если отдельно не оговаривается иной вариант.

Полярные регионы играют значительную роль в процессах, воздействующих на окружающую среду в глобальном масштабе, и служат ценными индикаторами глобальных природных изменений, в особенности изменения климата. Однако для более полного понимания как указанных процессов, так и их последствий необходимы дальнейшие исследования

Арктика



Источник: АМАР 1998

(АМАР 1997). Еще неясно, к каким последствиям могут привести повышение глобальных температур, локальные изменения количества выпадающих осадков и мощности снежного покрова, однако предполагается, что это может вызывать таяние полярных ледяных покровов, шельфовых льдов и ледников, отступление морских плавучих льдов, подъем уровня моря и растопление вечной мерзлоты, что повлечет за собой увеличение содержания в атмосфере парниковых газов, в частности метана и двуокиси углерода, и изменение радиационного баланса. В Арктическом регионе при повышении температур в одних районах (центральная Сибирь, западная Канада) наблюдается

Антарктика



Источник: ИКАИР, Крайстчерч, Новая Зеландия

Арктика (слева) в границах, определенных Арктической программой мониторинга и оценки (АМАП), принятой Арктическим советом. Антарктика (справа) – территория южнее антарктической конвергенции

их понижение в других районах (например, в Гренландии) (Chapman and Walsh 1993).

Как Арктика, так и Антарктика отличаются сравнительной чистотой окружающей среды. Полярная биота приспособилась к характерным для обоих регионов экстремальным условиям с большими амплитудами температур и освещенности, а также к воздействию снегов и льдов. Вследствие такой приспособляемости некоторые растения и животные стали более восприимчивы к антропогенному воздействию на окружающую среду. Оба полярных региона испытывают влияние процессов, которые протекают вне их пределов. В частности, Арктика и Антарктика служат

Разрушение озонового слоя стратосферы над полярными регионами

Степень разрушения озонового слоя гораздо выше в полярных областях, нежели вблизи экватора. Над полюсами это разрушение проявляется в виде как общего уменьшения содержания озона, так и образования «дыр» в озоновом слое стратосферы.

До настоящего времени снижение содержания озона над Арктикой происходило в значительно меньших масштабах, чем над Антарктикой. Это может быть связано с тем, что средние зимние температуры в Арктике сравнительно выше, полярных стратосферных облаков меньше, чем в Антарктике, и, кроме того, вихревые системы более изменчивы и разрушаются зимой раньше, чем в Южном полушарии. Если над Антарктикой обширная, четко обозначенная дыра появляется и длительное время держится в озоновом слое каждую весну, то разрушение озонового слоя над Арктикой характеризуется образованием меньших по размеру, обычно до нескольких сот километров в диаметре, дыр, которые существуют лишь в течение нескольких дней (АМАР 1997). Поскольку разрушение озонового слоя над Арктикой никогда не носит столь масштабного характера, как над Антарктикой, до сих пор ведется спор о том, следует ли вообще арктический вариант этого явления считать озоновой дырой. Потери озона над Южным полюсом связаны главным образом с химическими реакциями, которые происходят внутри антарктического околосполюсного вихря. В зимне-весенний период химическое разложение озона

происходит также и над Арктикой. Кроме того, снижение содержания арктического озона имеет место и за пределами полярных вихрей в результате притока из средних широт воздушных масс с низким содержанием озона.

Как уже ранее упоминалось в докладе *ГЕО-1*, зима 1994–1995 годов в Арктике была исключительно холодной, и концентрации озона оказались на 20–30 процентов ниже нормы. Общий дефицит озона, подсчитанный по данным наблюдений Группы по научной оценке Монреальского протокола, увеличился по сравнению с серединой 70-х годов на 10–12 процентов над Европой, примерно на 5–10 процентов – над Северной Америкой и на целых 35 процентов – над Сибирью. Зима 1995/96 годов также была чрезвычайно холодной, и потери озона достигли 40 процентов (WMO и др. 1998).

Антарктическая озоновая дыра образуется, когда в Южном полушарии наступает весна и происходит резкое снижение общего объема озона над большей частью Антарктики. Впервые сезонная озоновая дыра появилась в конце 70-х годов и с тех пор наблюдается ежегодно. Особенно интенсивными были ее проявления в 1992, 1993, 1996 и 1997 годах. В 1998 году максимальная площадь озоновой дыры превысила 26 млн. кв. км; таким образом, озоновая дыра распространилась даже на некоторые населенные области Южного полушария (WMO 1998).

Состояние полярных морских льдов и изменение климата

Площадь антарктических морских льдов ежегодно колеблется от приблизительно 4 млн. кв. км в конце лета до 19 млн. кв. км поздней зимой (Allison 1997). Площадь морских льдов Арктики также меняется – от минимум 9 млн. кв. км в сентябре до примерно 15 млн. кв. км в марте–мае (Gloersen и др. 1992). Эти льды и связанный с ними снежный покров играют важную роль в формировании глобального климата, поскольку высокое альbedo поверхности льдов ограничивает поверхностное поглощение солнечной радиации, а обширный ледяной покров препятствует взаимодействию океана и атмосферы.

Антарктический паковый лед значительно более подвижен, чем льды центральной Арктики (Kottmeier и др. 1992, Worby и др. 1997). Поэтому в зоне распространения паковых льдов Антарктики, как правило, больше пространств открытой воды, прирост льдов происходит быстрыми темпами, а сам лед значительно тоньше, чем в Арктике (Allison 1997).

Изменение климата может оказывать значительное влияние на морские льды Южного океана (Murphy and Mitchell 1995, Gordon and O'Farrell 1997). В свою очередь, изменения в характеристиках и протяженности антарктических морских льдов влияют на вертикальную структуру Южного океана. Эти изменения состояния океана, весьма вероятно, будут ощущаться повсеместно, поскольку Южный океан, являясь связующим звеном между основными океанскими бассейнами мира, при обмене водными массами на всех глубинах распространяет климатические аномалии по всему земному шару (White and Peterson 1996).

Результаты спутниковых наблюдений за протяженностью морских льдов, проведенных в 1978–1995 годах, свидетельствуют, что площадь арктических морских льдов уменьшилась примерно на 4,5 процента, тогда как в Антарктике были выявлены лишь небольшие изменения (Björge и др. 1997). Это различие в дина-

мике изменения арктических и антарктических морских льдов согласуется с результатами экспериментов с моделью глобального климата, имитирующей будущие климатические условия при постепенном увеличении содержания двуокси углерода в атмосфере (Stouffer и др. 1989, Murphy and Mitchell 1995, Gordon and O'Farrell 1997, Manabe и др. 1992).

Недавно была предпринята попытка проследить изменения в распространении антарктических морских льдов за последние 60 с лишним лет, используя данные китобойного промысла в Южном океане начиная с 1931 года (de la Mare 1997). Выяснилось, что с середины 50-х и до начала 70-х годов с октября по апрель граница антарктических морских льдов ежегодно смещалась к югу на 2,8°. Это позволяет предположить, что площадь покрова морских льдов уменьшилась почти на 25 процентов. Результаты других наблюдений за тот же период подтверждают это предположение.

В целях имитации влияния удвоения содержания двуокси углерода в атмосфере (которое может произойти в следующем столетии) на полярные морские льды и снежный покров использовались модели общей циркуляции атмосферы (МОЦ) (Connolley and Cattle 1994, Tzeng и др. 1994, Krinner и др. 1997). Согласно этим моделям, в следующие два десятилетия не ожидается каких-либо существенных изменений, однако затем весьма вероятно значительное уменьшение как толщины морских льдов, так и площади их распространения (Hunt и др. 1995). Прогнозы относительно сокращения площади морского ледового покрова Антарктики при удвоении содержания CO_2 в атмосфере колеблются от 25 процентов (Gordon and O'Farrell 1997) до почти 100 процентов (Murphy 1995, Murphy and Mitchell 1995). Обусловленные парниковым эффектом изменения температур, прогнозируемые по МОЦ, достигают наибольших значений именно в полярных регионах.

поглотителями целого ряда загрязняющих веществ, поступающих сюда из более умеренных широт, включая стойкие органические загрязнители (СОЗ), тяжелые металлы, а также радиоактивные и закисляющие среду вещества. Все большую обеспокоенность вызывает тот факт, что некоторые из этих загрязнителей представляют серьезную опасность для здоровья ряда обитателей Арктики в результате биоаккумуляции и биомангификации этих веществ в наземных и водных пищевых цепях. Определенный риск для экосистем представляет также увеличение интенсивности ультрафиолетового (УФ-Б) излучения, вызванного разрушением озонового слоя стратосферы.

Серьезную экологическую проблему как в Южном океане, так и в шельфовых морях Арктики представляет перелов ценных промысловых видов, ведущих к изъятию отдельных звеньев из относительно коротких пищевых цепей, включающих лишь небольшое число видов. В Арктике такого рода деятельность ставит под угрозу средства к существованию коренного населения, в жизни которого традиционно важное место занимают дары моря. Несколько видов перелетных птиц ежегодно проводят длительные периоды времени в Арктике, часто используя этот регион как место гнездования и выведения птенцов. Эти виды особенно восприимчивы к воздействию загрязнения среды их обитания. Деятельность предприятий лесной промышленности привела к фрагментации и истощению северных лесных массивов, особенно в России и Финляндии (Финляндией называют территорию, включающую Скандинавию,

Финляндию и прилегающие северо-западные районы России). Лесоразработки продвигаются все дальше на север, угрожая биоразнообразию экосистем зоны границы древесной растительности.

Серьезный вред окружающей среде Арктики наносят добыча и переработка природных ресурсов. Деятельность предприятий перерабатывающей промышленности приводит к значительному локальному загрязнению окружающей среды, особенно в некоторых районах российской части Арктики. Источником локальных загрязнений также являются отдельные разработки полезных ископаемых. В Арктике расположены некоторые из крупнейших в мире месторождений нефти и газа. Связанные с их разработкой локальные протечки нефти и выбросы, утечки и разлив нефти из танкеров, а также протечки трубопроводов наносят или могут нанести окружающей среде значительный ущерб. Нефтяные разливы, примером которых может служить инцидент с танкером “Байа Парайсо” в 1989 году, стали серьезной проблемой для Антарктики, так как топливо доставляется на антарктические станции морским транспортом. В 17 из 29 докладов национальных программ по Антарктике сообщалось о 73 случаях утечки и разлива нефти объемом свыше 200 л каждый за период с 1988 по 1998 год (COMNAP 1999). Дополнительную угрозу прибрежным и морским экосистемам Арктики представляет прокладывание новых судовых путей, и в частности начатое недавно освоение морского пути вдоль северного побережья Норвегии и Российской Федерации.

Арктика

Справочная социально-экономическая информация

Арктика богата природными ресурсами. Вот уже несколько тысячелетий она заселена народами, занимающимися охотой на суше и на море. Племена эскимосов (инуитов) населяют Арктику и мигрируют по ее пространствам в течение более 5 тыс. лет (Lynge 1993). Жители других территорий стали проявлять интерес к Арктике в XVI веке, когда шел поиск более коротких и быстрых морских путей по северо-западному и северо-восточному проходам. Считается, что первым человеком, не принадлежащим к коренному населению Арктики, кто достиг Северного полюса, в 1909 году был американец Роберт Пири, но это оспаривается некоторыми исследователями.

В 50-е и 60-е годы Арктика была ареной “холодной войны”. К концу 70-х годов Северный Ледовитый океан стал одним из ключевых регионов в противостоянии сверхдержав. Преобладали соображения безопасности. Экономическая деятельность здесь также имела свою геостратегическую составляющую в том, что касалось разведки и разработки месторождений нефти, природного газа и полезных ископаемых. В конце 80-х годов “холодная война” закончилась, и противоборствующие стороны стали проводить новую политику открытости и сотрудничества (CIA 1978, Samson 1997).

Огромное число переселенцев устремилось на Север. В европейской и российской частях Арктики этот процесс происходил на протяжении тысячелетий, а в ее североамериканском секторе – в течение последних 100 лет (Dallmann 1997, Samson 1997). В настоящее время население региона составляет приблизительно 3,5 млн. человек, причем доля коренного населения колеблется от 80 процентов в Гренландии до 15 процентов в арктическом секторе Норвегии и составляет лишь 3–4 процента в российской части Арктики (АМАР 1998). Плотность населения Севера в основном низка, населенные пункты значительно удалены друг от друга. Характер поселений разнообразен: от крупных промышленных городов, число которых невелико, до небольших стоянок кочевников, ведущих традиционный образ жизни. Характер взаимодействия с окружающей средой этих резко отличающихся друг от друга типов поселений также различен, что проявляется в том, как по-разному они воздействуют на природу и насколько зависят от нее. Рост объемов лесной промышленности, расширение добычи полезных ископаемых и развитие туризма в значительной степени способствуют повышению жизненного уровня населения Севера.

В сфере политики окончание “холодной войны” вызвало наступление оттепели в международных отношениях, что весьма положительно отразилось на положении Арктики (Østreng 1997). Этот регион стал зоной международного сотрудничества в области охраны природы, в котором принимают участие все арктические государства (см. главу 3).

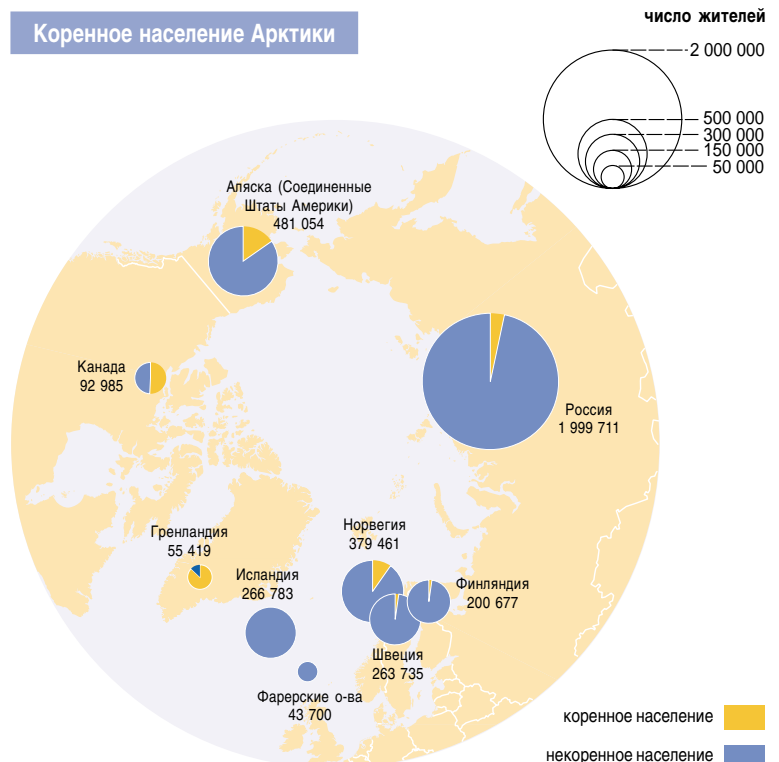
Для будущего крайне важны тенденции развития субрегионов. Аляска богата природными ресурсами, однако экономическое давление и связанная с ним чрезмерная эксплуатация этих ресурсов негативно влияют на окружающую среду. Серьезную проблему представляет разработка месторождений нефти и газа, и в частности самого крупного из них в Прадхо-Бей. По вопросу о расширении этого нефтедобывающего района на восток, на территорию Арктического национального заповедника дикой природы (Arctic National Wildlife Refuge), ведутся дебаты на высшем политическом уровне при активном участии представителей местной общественности, выступающей в защиту интересов коренного населения и за сохранение окружающей среды. От решения этого вопроса зависят экономика субрегиона и всей страны, обеспечение местных жителей средствами к существованию, а также состояние местной флоры и фауны.

Значимым событием для северной Канады стало образование в апреле 1999 года новой территории Нунавут, что на языке эскимосов означает “наша земля”. В Нунавут вошли центральная и восточная части Северо-Западных территорий Канады, являющихся исконными землями эскимосов, которые составляют 80 процентов населения этого региона. Образование территории Нунавут, имеющей собственное правительство, даст местным жителям возможность контролировать деятельность территориальных учреждений образования, здравоохранения, социальных и других служб.

В Фенноскандии также отмечается движение в направлении регионализма и отхода от правления центральных “южных” органов власти. В 1993 году

Общая численность населения и число коренных жителей Арктики. В настоящее время население этого региона насчитывает около 3,5 млн. человек

Коренное население Арктики



Источник: АМАР 1998

был создан и наделен широкими полномочиями Евро-Арктический совет по Баренцеву морю. В Норвегии был учрежден Парламент народа саами.

В Гренландии одним из главных направлений развития в последнее время стала разведка нефтяных и газовых месторождений. Норвежская нефтяная компания “Статойл” приступает к поискам нефти на западном побережье Гренландии. Органы местного самоуправления осуществляют контроль за добычей нефти и других полезных ископаемых острова. Тем не менее степень эксплуатации этих ресурсов будет иметь большое значение как для состояния окружающей среды, так и для экономики субрегиона.

С конца 80-х годов экономика России переживает переходный период, что особенно сказалось на состоянии и развитии северных территорий. Вызывает беспокойство состояние окружающей среды российской части Арктики. Именно с российскими источниками связана в первую очередь серьезнейшая потенциальная угроза радиоактивного загрязнения природной среды Арктики. Наибольшую опасность при этом представляют случайные выбросы с атомных электростанций, хранящиеся радиоактивные отходы, а также находящиеся в плачевном состоянии военные объекты. Российская Федерация располагает крупными запасами нефти и природного газа, особенно в регионе Баренцева моря. Разработка этих ресурсов будет в значительной степени зависеть от экономических факторов. Ожидается, что доля участия зарубежных компаний в этой деятельности будет возрастать по мере укрепления их уверенности в политической стабильности России. Однако разработка природных ресурсов также увеличит опасность нанесения ущерба окружающей среде в связи со случайными выбросами и утечками нефти, особенно из трубопроводов и транспортных судов.

Оценка состояния природной среды Арктики

В задачи Арктической программы мониторинга и оценки (АМАП), принятой в 1991 году с целью обеспечить выполнение одного из разделов Стратегии защиты окружающей среды Арктики (Arctic Environmental Protection Strategy 1997), входила подготовка оценки состояния окружающей среды Арктики в том, что касается загрязнения. В период с 1991 по 1996 год АМАП разработала и выполнила программу мониторинга, основанную в значительной степени на использовании уже осуществляемых национальных и международных мероприятий. Около 400 программ и проектов предоставляют АМАП данные, оценку которых осуществляют ученые и специалисты из восьми арктических государств, а также представители наблюдающих стран и организаций и коренных народов Севера.

Результаты оценки АМАП опубликованы в виде двух взаимодополняющих докладов. В докладе, озаглавленном “Проблемы загрязнения Арктики: доклад о состоянии окружающей среды Арктики” [Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report (AMAP 1997)], кратко изложены результаты оценки АМАП, включая рекомендации по мерам, которые должны быть приняты. Специально адресованный мини-страт, этот доклад был представлен на Конференции на уровне министров в норвежском городе Алта в июне 1997 года. “Доклад по результатам оценки АМАП: проблемы загрязнения Арктики” [The AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues (AMAP 1998)] содержит более подробную, подкрепленную ссылками и документами информацию, которая послужила научной основой для оценки АМАП.

Выполненная в рамках АМАП оценка представляет собой совокупность накопленных к настоящему времени знаний об Арктическом регионе, анализ этой информации и отчет о нынешнем состоянии окружающей среды на этой территории. Оценка была подготовлена в систематизированной и единообразной форме, чтобы обеспечить сопоставимость региональных условий окружающей среды и оценки характера и степени антропогенных воздействий в более широких (глобальных) масштабах.

Дополнительная информация об АМАП и проводимых ею оценках может быть получена на Web-сайте АМАП по адресу <http://www.grida.no/amap>.

Система самоуправления у коренных народов Арктики

Большинство коренных народов выступают за переход к самоуправлению. В настоящее время уровень самоуправления различен. Примерами наиболее развитых систем являются местные органы самоуправления в Гренландии, образование новой территории Нунавут в Канаде, учреждение Парламента народа саами в Норвегии. В Российской Федерации Российская ассоциация коренных народов Севера, Дальнего Востока и Сибири объединяет 30 малых народов и представляет их общие интересы в официальных центральных органах власти. Неправительственные организации устанавливают связи между коренными народами, не считаясь с государственными границами. И здесь наиболее яркими примерами могут служить Приполярная конференция эскимосов и Совет народа саами. Арктический совет – межправительственный орган, добивающийся обеспечения устойчивого развития Арктики, – учредил Секретариат коренных народов с целью поддержки и координации деятельности его постоянных участников.

Источник: АМАП 1997

Земельные и продовольственные ресурсы

На наземную окружающую среду Арктики влияют несколько факторов, включая прямое воздействие деятельности по освоению территории, загрязнение из местных и удаленных источников, ведение лесного хозяйства на промышленной основе и пастбищное животноводство. В данном разделе обсуждаются три ключевых фактора: загрязнение, пастбищное животноводство и туризм.

Загрязнение

Радиоактивность. Деятельность на военных объектах и испытания ядерного оружия являются главным источником радиоактивного загрязнения в Арктике. Большинство ядерных испытаний в атмосфере было проведено до 1962 года, причем основным испытательным полигоном служил принадлежащий России остров Новая Земля. В 60-е годы выпадение радиоактивных осадков достигло максимального уровня, а в 1980 году испытания полностью прекратились.

Радионуклиды, аккумулировавшиеся во мхах и лишайниках, могут попасть в организм человека посредством простой трехступенчатой пищевой цепи, средним звеном которой является олень карibu. Радионуклиды могут также накапливаться в грибах и ягодах. Все эти продукты питания являются частью традиционного пищевого рациона коренных жителей Арктики. Загрязнение этих продуктов не только влияет на питание людей, но также в конечном счете угрожает культурной самобытности населения Севера. Дозы поступающих в организм радионуклидов у коренных жителей Арктики с их традиционным пищевым рационом, как правило, выше, чем у людей, населяющих более южные территории. АМАП подсчитала, что радиоактивное загрязнение в связи с испытаниями ядерного оружия вызвало в Арктике около 750 дополнительных случаев смерти от рака (AMAP 1997).

Катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 году оказала весьма существенное воздействие на Фенноскандию и северо-запад России. На первых этапах основную угрозу представляло загрязнение молока изотопом йода-131. Однако очень скоро на переднем плане оказалась опасность, связанная с цезием-137, который накапливался в ягодах, грибах, а также в организме животных, питающихся мхами и лишайниками. Загрязнение цезием было более продолжительным. После чернобыльской аварии уровни содержания радиоактивных веществ в организме коренных жителей в ряде районов Арктики значительно возросли (АМАР 1998).

Значимые уровни естественной радиации от изотопов полония-210 и свинца-210 характерны для северной Канады и Аляски. Эти изотопы оседают на растительности, например на лишайниках, которыми питаются олени. В результате содержание полония-210 и свинца-210 в организме оленей выше, чем у других млекопитающих северной Канады (Indian and Northern Affairs 1997a).

Стойкие органические загрязнители (СОЗ) – группа химических веществ, которые могут переноситься на большие расстояния и не разрушаются под воздействием окружающей среды. Они могут поступать в пищевые цепи и таким образом аккумулироваться в организме животных. СОЗ используются начиная с 50-х годов, когда на рынке появились вещества, подобные дихлордифенилтрихлорэтану (ДДТ). Полярные государства запретили использование многих из наиболее токсичных пестицидов, поэтому появление данных веществ в природной среде Арктики свидетельствует об их переносе на большие расстояния, в результате чего СОЗ концентрируются на определенных территориях, иногда в экосистемах с высокой биологической продуктивностью. Высокие уровни содержания полихлордифенилов (ПХД) и ДДТ отмечаются вокруг архипелага Шпицберген (Свальбард), в южной части Баренцева моря, а также в восточной Гренландии. В Канаде зарегистрированы повышенные уровни пестицида линдана, а также других форм гексахлорциклопексана (ГХЦП).

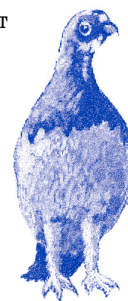
Тяжелые металлы. Наиболее высокие концентрации кадмия, когда-либо регистрировавшиеся у птиц, были обнаружены в печени пеночки и тундрной куропатки, обитающих на севере Норвегии и на Территории Юкон в Канаде. Столь высокие уровни содержания этого металла могут отражать местные геологические условия, но их причина до конца не установлена. Воздействие повышенных концентраций кадмия на организм птиц не было исследовано, но полагают, что эти уровни могут превышать значения, при которых поражаются почки. Содержание металлов в почках северного оленя и карибу дает аналогичную картину географического распространения. Основной путь поступления тяжелых металлов в организм сухопутных млекопитающих и птиц – с пищей (АМАР 1997).

Загрязнение нефтью в регионе происходит в течение последних 20–30 лет, и связанная с ним угроза окружающей среде по ряду причин возрастает. Во-пер-

вых, поиск нефтяных месторождений заставляет нефтедобывающие компании продвигаться все дальше на север. Во-вторых, инфраструктура нефтяной промышленности на северо-западе России в значительной мере устарела. Огромные количества нефти транспортируются через Западную Сибирь по трубопроводам протяженностью в тысячи километров. Многие участки этих нефтепроводов находятся в плохом состоянии, поэтому часто случаются утечки. В период с 1991 по 1993 год в Российской Федерации произошло 103 крупные аварии на нефтепроводах (АМАР 1997). В 1994 году в Республике Коми имела место крупная авария, и в результате разрушения дамб, построенных специально для ограничения распространения нефти, постоянно утекающей из трубопроводов, тысячи кубометров сырой нефти достигли водотоков. В Канаде и на Аляске имеются два крупных трубопровода – “Норман Уэллс” и “Транс-Аляска”, но они в целом эксплуатируются на более высоком техническом уровне.

По сравнению с ландшафтами умеренного пояса природа Арктики более восприимчива к нефтяному загрязнению, так как нефть медленнее разрушается в условиях низких температур и полярной ночи. Восстановление экосистем после загрязнения их нефтью также требует здесь больше времени. Загрязнение нефтью представляет опасность и для морских экосистем Арктики.

Закисление. Хотя закисление некоторых районов Арктики происходит на протяжении большей части XX столетия, эта проблема не привлекала должного



Наиболее высокие концентрации кадмия, когда-либо регистрировавшиеся у птиц, были обнаружены в печени пеночки и тундрной куропатки, обитающих на севере Норвегии и на Территории Юкон в Канаде

Проблемы здоровья населения

Многие виды арктических животных накапливают в организме жировые ткани, чтобы приспособиться к условиям низких температур. Повышенное содержание жира способствует аккумуляции загрязнителей на высших уровнях пищевой цепи. Накапливающие жир животные Арктики служат основой традиционного пищевого рациона некоторых коренных народов Севера, что делает северян более уязвимыми, нежели жители более низких широт.

До сих пор считается, что пищевая ценность этих продуктов питания перевешивает опасность, связанную с их потреблением. Пока не получено убедительных доказательств того, что современные уровни загрязнения этих пищевых продуктов оказывают воздействие на взрослое население Арктики. Тем не менее серьезное беспокойство вызывает воздействие загрязнителей на организм еще не родившихся и новорожденных детей. Содержание метилртути и некоторых стойких органических загрязнителей в крови некоторых матерей иногда настолько высоко, что, будь оно обнаружено в детском организме, можно было бы говорить об их потенциальной опасности для здоровья ребенка в период роста. Отдельные из этих загрязнителей способны преодолевать плацентарный барьер. Уровни их содержания в окружающей среде Арктики в среднем в 2–10 раз превышают те, что наблюдаются в неарктических регионах северных государств. В число проблем, связанных со здоровьем населения Севера, входит также негативное воздействие загрязняющих веществ на репродуктивную функцию и на иммунную систему человека. В ряде районов, где уровни суточного поступления токсафена, ПХД и хлордана в организм человека превышают допустимые значения, необходимо проводить среди населения разъяснительную работу относительно изменения пищевого рациона (АМАР 1997).

Все эти опасения касаются тех групп населения с традиционно сложившимися привычками в питании, у которых основой рациона служит мясо хищных морских и наземных млекопитающих. В этом Север отличается от более южных регионов мира, где пищевой рацион в большей степени базируется на использовании продуктов сельского хозяйства, включая мясо животных, выращенных за сравнительно короткий период времени специально для потребления человеком. Населяющие Арктику млекопитающие обычно живут дольше сельскохозяйственных животных и поэтому более подвержены биологической аккумуляции загрязнителей.

внимания вплоть до 60-х годов. Наиболее важными с этой точки зрения веществами являются оксиды серы, которые образуются при выплавке сульфидных руд или при сжигании ископаемого топлива. К настоящему времени закисление среды – главным образом локальная проблема, затрагивающая ландшафты вблизи медно-никелевых металлургических заводов Кольского полуострова на северо-западе России, а также Норильска, расположенного на севере центральной части Сибири. Деревья, карликовые кустарники и лишайники в этих районах страдают от сильного закисления. Чувствительны к закислению и другие территории Арктики, куда сравнительно небольшие количества закисляющих веществ поступают в результате их дальнего переноса из источников, расположенных южнее. Тем не менее на этих территориях никаких значимых последствий закисления пока не наблюдалось (АМАР 1998).

Пастбищное животноводство

Оленеводство в северной Фенноскандии – важная отрасль экономики, от которой зависит состояние растительного покрова этого региона. Для проживающего в Швеции и Норвегии народа саами оленеводство – неотъемлемая часть их культуры. В южных районах Финляндии оленеводством занимаются фермеры, ведущие традиционный образ жизни. поголовье норвежского домашнего северного оленя с 1950 по 1989 год выросло почти в три раза. За этот же период лишайниковый покров северной Норвегии был полностью выбит на территории площадью в несколько тысяч квадратных километров. Аналогичная проблема существует и на севере Финляндии (ЕЕА 1996, Nordic Council of Ministers 1996). Одна из главных ее причин заключается в том, что олени стада принадлежат частным лицам, а пастбищные земли являются общей собственностью. Это означает, что оленевод не заинтересован в сокращении численности стада, поскольку освободившиеся пастбища займут соседи. Лишь недавно благодаря изменениям в политике удалось достичь некоторых успехов в этой области, потому что оленеводам стали платить по весу, а не по головам скота.

Эрозия рыхлых вулканических почв вследствие перевыпаса является, возможно, наиболее серьезной экологической проблемой в Исландии (Nordic Council of Ministers 1996).

Туризм

Туризм стал развиваться в Арктике только в последнее время. В начале 90-х годов Арктику ежегодно посещало около 1 млн. туристов (см. таблицу справа сверху). Туризм представляет наибольшую угрозу окружающей среде в Скандинавии и на Шпицбергене (Свальбарде), где туристов очень много, объекты расположены неподалеку и добраться до них легко. Практически во всех арктических государствах туризм приводит к нарушениям экосистем и повышению уровня шума. Еще одна серьезная проблема – мусор, который оставляют туристы. В канадском секторе Арктики число людей, посещающих отдаленные арктические районы, быстро растет. При этом не существует ясного представления о пороговых нагрузках, которые могут выдержать экосистемы. Крузи-

Туризм в Арктике в начале 90-х гг.

Территория	Число туристов
Арктическая Аляска	25 000
Юкон (Канада)	177 000
Северо-Западные территории (Канада)	48 000
Гренландия	6 000
Исландия	129 000
Северная Скандинавия	500 000
Шпицберген (Свальбард)	35 000
Российская Федерация (оценочные данные)	несколько десятков тысяч

Источник: <http://www.ngo.grida.no/wwfap/tourism/touristmap.htm>

ные суда могут доставлять туристов в районы, которые до недавнего времени не испытывали пагубного антропогенного воздействия. С другой стороны, при правильном планировании экотуризм может содействовать сохранению окружающей среды Арктики. По инициативе Всемирного фонда природы проводится разработка рекомендаций по развитию арктического туризма (WWF 1997).

Лесные ресурсы

В течение последнего столетия непрерывно шло развитие инфраструктуры отраслей, занимающихся добычей природных ресурсов, что привело к фрагментации уязвимых мест обитания. Промышленные лесосаботки активно ведутся в северных лесах Фенноскандии, на северо-западе России, в Сибири и на Аляске. Все более интенсивно идут заготовки древесины для изготовления целлюлозы, бумаги и пиломатериалов. В суровых условиях Севера восстановление лесов после вырубki идет крайне медленно. Большой объем промышленной вырубki производится на северных границах распространения лесов – на территории переходной зоны между северной тайгой и безлесной тундрой. В разных полярных областях протяженность и географическая широта этой зоны существенно различаются.

Заготовка и трелевка леса начались еще в XVI веке, но лишь в начале XX столетия, с наращиванием мощностей деревообрабатывающей промышленности и возрастанием ее потребностей в сырье, стали опустошаться обширные лесные массивы. Широко использовалась технология сплошной вырубki, часто с последующими посадками чужеродных видов. Это оказало разрушительное воздействие на биоразнообразие лесных экосистем. В полярных областях сохранились лишь немногие массивы девственных лесов, которых на земном шаре вообще осталось очень мало. В то же время созданная в XX веке для удовлетворения растущих потребностей лесной промышленности и туризма инфраструктура обусловила фрагментацию лесных экосистем.

На севере Фенноскандии леса имеют важное значение не только как промышленный ресурс древесины, но также как места зимовки стад северных оленей. В Исландии обширные территории очищены от

лесов и используются как пастбищные угодья или под городскую застройку. В этих районах в настоящее время производится частичное облесение, при этом нередко интродуцируются чужеродные виды растений. Среди других местных проблем особое беспокойство вызывают загрязнение от металлургических заводов (см. карту справа) и перевыпас.

Прогноз на будущее неоднозначен. В ряде районов промышленные лесозаготовки ведутся новыми, прогрессивными методами, что позволяет обеспечить устойчивую эксплуатацию природных лесных ресурсов. Для защиты лесов от уничтожения обширным территориям на севере Швеции и Финляндии придан статус национальных парков и природных заповедников. До сих пор ни в Норвегии, ни в Российской Федерации этого сделано не было. Промышленные лесозаготовки и связанная с ними инфраструктура в Фенноскандии продолжают продвигаться на север и увеличивать площадь фрагментации мест обитания. Леса, граничащие с тундрой и известные в Фенноскандии как защитные лесонасаждения, нуждаются в особом управлении.

Биоразнообразие

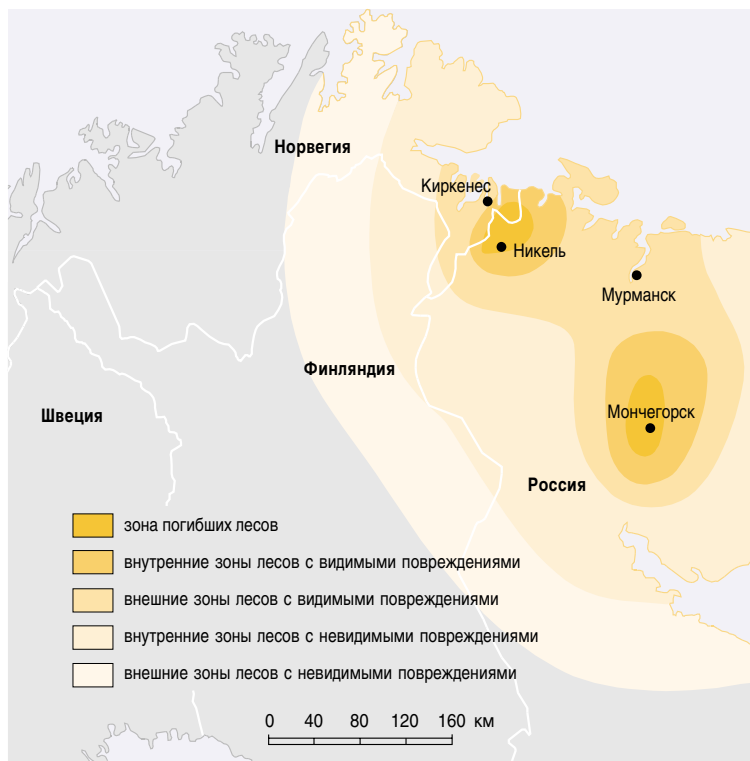
В результате деятельности человека в Арктике сократились площади девственных ландшафтов, или “дикой природы”. Восемь арктических государств – членов Арктического совета в рамках Программы по охране арктической флоры и фауны (ОАФФ) обязались взять под охрану не менее 12 процентов площади в каждой экологической зоне Арктики (CAFF 1996). Последние данные об охраняемых территориях Арктики приведены в таблице справа. Хотя эти показатели отражают в целом позитивные тенденции, остается не совсем ясным, насколько эти охраняемые территории репрезентативны в отношении разнообразия экологических зон Арктики и привело ли их создание к каким-либо положительным результатам.

Эндемичные для Арктики виды исчисляются сотнями. Многие из них уникальны с генетической точки зрения, значительная часть является мигрирующими, и они часто образуют крупные скопления на ограниченных территориях, например вдоль кромки плавучих льдов и в пределах наземных миграционных коридоров.

Занимающие крайне малые площади экосистемы Арктики вместе с населяющими их немногочисленными видами растений, животных и микроорганизмов испытывают существенные климатические колебания. Так, возвышенные участки побережья подвергаются засухе, всгучиванию от мороза и резким колебаниям температуры. На более протяженном историческом отрезке происходили значительные температурные изменения: так, 10–40 тыс. лет назад на отдельных территориях Аляски, в Норвегии и на Новой Земле существовали свободные ото льда территории, покрытые растительностью.

Уже доказано, по крайней мере для растений, что климатические колебания повлекли за собой значительные генетические вариации в пределах вида. Примерами могут служить сосуществование кустовой и стелющейся форм пурпурной камнеломки

Зоны поврежденных лесов



Источник: AMAP 1998

(*Saxifraga oppositifolia*) на Шпицбергене, произрастание отдельных локально адаптированных популяций дриады (*Dryas octopetala*) в сообществах в каменистых пустынях и на снеговых пластах, а также развите необычайно сильной изменчивости у растений вида *Draba*. Подобные экотипичные вариации ценны с точки зрения выживания видов в долгосрочном плане, поскольку наделяют их свойствами, позволяющими противостоять колеблющимся климатическим условиям.

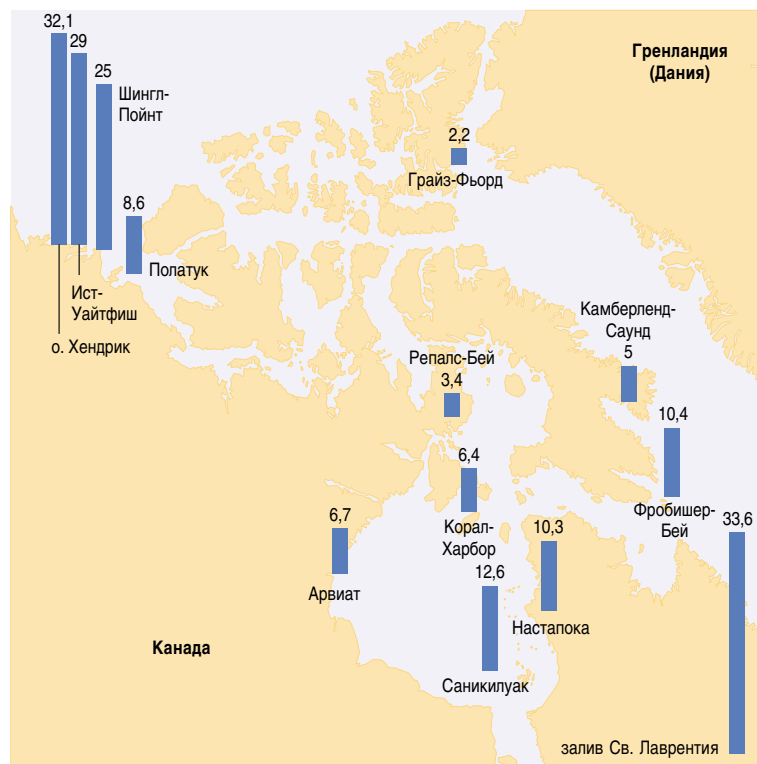
Промышленные выбросы оксидов серы и тяжелых металлов наносят серьезный вред крупным массивам boreальных лесов на северо-востоке России

Охраняемые территории (по состоянию на 1997 г.)

	Число охраняемых территорий, созданных в 1996–1997 гг.	Площадь созданных в 1996–1997 гг. территорий, км ²	Общее число	Общая площадь, км ²	Доля в процентах от площади арктических секторов государств
Канада	2	27 815	48	462 674	8,8
Финляндия			52	25 905	32,6
Гренландия/Дания			14	993 023	45,7
Исландия	1	5	26	12 165	11,8
Норвегия			38	41 637	25,5
Российская Федерация	5	76 157	31	313 818	4,9
Швеция	1	725	44	20 348	21,4
США (Аляска)			41	331 425	56,1

Источник: CAFF 1997a

Концентрации ртути в организме белухи, 1993–1994 гг.



Источник: Indian and Northern Affairs 1997a

Средние концентрации ртути (мкг/г) в мышцах белухи (1993–1994 годы) по некоторым арктическим районам Канады более чем вдвое превысили уровни, допускаемые Сводом инструкций в области здравоохранения Канады (The Health Canada guideline)

Недавно проведенное исследование с применением молекулярного анализа показало, что некоторые виды характеризуются широким генетическим разнообразием. Результаты других исследований свидетельствуют также о том, что между популяциями существует дрейф генов как локально, так и на больших расстояниях. Весьма вероятно, что гетерогенность мест обитания и популяций в Арктике наряду с длительной историей климатических колебаний в регионе высоких широт позволили современной флоре Арктики выработать определенную гибкость, необходимую для приспособления к существенным и порой быстрым изменениям внешней среды, и сохранить видовое разнообразие (Abbott и др. 1995). Возможно, аналогичное генетическое разнообразие присуще также видам животных и микроорганизмов Севера, обеспечивая их “преадаптацию” (то есть заранее существующую возможность приспособления) к изменению климата (Crawford 1995).

Хотя уровни антропогенного воздействия на экосистемы и биологическое разнообразие Арктики, видимо, относительно низки (по сравнению с регионами умеренного пояса и тропиков), они могут иметь более серьезные последствия для этих относительно простых экосистем. Биоразнообразию Арктики угрожает как непосредственная деятельность человека внутри и за пределами этого региона, так и ее косвенное воздействие. Причинами фрагментации мест обитания и вреда, наносимого видам и среде их обитания, являются различные формы загрязнения, туризм, добыча

полезных ископаемых, чрезмерное изъятие биологических ресурсов, внедрение чужеродных видов, а также последствия изменения климата и повышение интенсивности ультрафиолетового (УФ-Б) излучения. Следует учитывать и кумулятивный эффект этих факторов. Многие виды человеческой деятельности сами по себе не представляют опасности для биоразнообразия, но в совокупности наносят природе ощутимый вред. В частности, результатом кумулятивного воздействия лесозаготовок, туризма и разработки полезных ископаемых может стать фрагментация мест обитания (CAFF 1997b). От потери биоразнообразия особенно сильно может пострадать коренное население Севера, ведущее традиционное натуральное хозяйство.

Загрязнение

Воздействие СОЗ еще до конца не понято, но было отмечено их негативное влияние на репродуктивную функцию и развитие некоторых видов арктических птиц. Так, ДДТ влияет на репродукцию арктического сапсана. Дихлордифенилэтилен вызывает утончение яичной скорлупы у некоторых хищных птиц. Несмотря на то что в настоящее время нет возможности установить зависимость между уровнями загрязнения и воздействием на среду, тем не менее весьма вероятно, что полихлордифенилы и диоксиноподобные соединения подавляют репродуктивную функцию у некоторых морских млекопитающих, в особенности у белых медведей. У некоторых видов арктической фауны обнаружены концентрации СОЗ на уровне, близком к уже известным пороговым значениям, превышение которых вызывает нейротоксический и иммуноподавляющий эффекты (АМАР 1997).

В организме улиток, живущих на побережье Норвегии, Исландии и Аляски, обнаружено вещество трибутилин (ТБТ). У улиток, обитающих в гаванях северной Норвегии, Шпицбергена, Исландии и Аляски, выявлено заболевание “импосекс”, при котором у женских особей развиваются мужские признаки, что в конечном счете приводит к бесплодию, однако это заболевание не всегда сопровождается концентрацией ТБТ, поддающейся определению (АМАР 1998). Во многих арктических государствах использование ТБТ в настоящее время частично регулируется. Характер регламентации в разных странах различен, но, как правило, к выпуску разрешается вещество лишь в контролируемой препаративной форме. Причинно-следственная зависимость между ТБТ и заболеванием “импосекс” пока не ясна, в связи с чем трудно сказать, какого результата достигнут ограничения, наложенные в настоящее время на использование ТБТ.

В последние два десятилетия важной проблемой стало поступление ртути в арктическую биоту. Повышение содержания этого химического элемента в почках и печени некоторых морских млекопитающих, вероятно, обусловлено увеличением количества ртути, поступающей в окружающую среду в глобальном масштабе. Из-за своего холодного климата Арктика служит местом накопления соединений ртути. Максимальные уровни ее содержания отмечены в организме морских млекопитающих северо-западной Канады, причем повышение этих уровней

в 80-х и 90-х годах шло быстрее, чем когда-либо ранее (см. карту на стр. 184).

В организмах некоторых наземных и морских млекопитающих, а также морских птиц обнаружены высокие уровни содержания кадмия. На северо-востоке Канады и северо-западе Гренландии эти уровни настолько высоки, что могут вызвать поражение почек у морских птиц и млекопитающих. И в этом случае также неизвестно, насколько повышенная концентрация кадмия обусловлена геологической обстановкой или местными источниками.

Определенное воздействие на биоразнообразие в Арктике оказывает закисление. Уже упоминалось о воздействии медь- и никелеплавильных предприятий на севере России на растительность окружающих их ландшафтов. В северной Фенноскандии и на северо-западе России в результате закисления небольших озер и рек исчезают наиболее восприимчивые к изменению кислотно-щелочной среды беспозвоночные. Некоторые виды рыб страдают от закисления рек и водоемов в период весеннего снеготаяния (АМАР 1997).

В наступающем десятилетии улучшения ситуации не ожидается. Более того, по мере продолжающегося накопления в окружающей среде Арктики некоторых СОЗ и металлов эффект биомagniфикации для некоторых видов может усилиться. Особое беспокойство в следующем десятилетии будет вызывать прогнозируемое увеличение содержания метилртути и ее воздействия на окружающую среду.

Рыболовство

Многие виды арктической фауны подвергаются опасности из-за побочных последствий рыболовства. В результате сокращения запасов мойвы вследствие перелома в 1987–1989 годах тысячи голодных тюленей запутались в рыболовных сетях и утонули, а большое число морских птиц погибли от голода и были вынесены прибоем на побережье северной Норвегии. Кроме того, морские птицы также рискуют оказаться в рыболовных сетях. Подсчитано, что в 1996 году около 200 тыс. птиц были пойманы таким способом в российских водах и более 11 тыс. – вблизи побережья Аляски (САФФ 1998).

Практика избирательного рыболовства неблагоприятно воздействует на популяции арктического гольца и лососевых. Избирательный вылов наиболее крупных особей может также повлиять на взаимоотношения между видами, представляющими более низкие звенья пищевых цепей.

Разведение лососевых стало важной отраслью хозяйства на всем побережье северной Атлантики. Оно может привести к потерям на генном уровне и даже к вырождению популяций местных видов из-за конкуренции со стороны интродуцированных видов. Для того чтобы туристы могли заниматься рыбной ловлей, некоторые виды рыб были интродуцированы в озера и реки северной Фенноскандии.

Изменение климата и интенсивности УФ-Б излучения

В наступающем десятилетии, может быть, наконец удастся установить, каким образом отреагирует Арктика на изменение климата, содержания атмосферно-

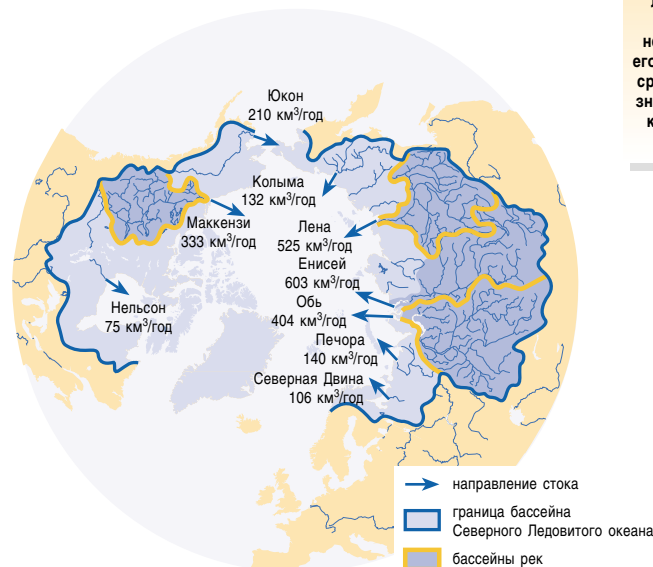
го озона и интенсивности УФ-Б излучения. Ясно одно: для своего развития экосистемы Арктики располагают лишь узким “окном”, рамки которого определяются состоянием снежного покрова и наличием дневного света. Любые изменения параметров этого “окна” могут привести к далеко идущим последствиям. Для наземных экосистем важную роль будут играть изменения состояния вечной мерзлоты, снежного покрова и полярных льдов (АМАР 1997).

О воздействии УФ-Б излучения на наземные экосистемы Арктики известно мало. Можно лишь предполагать, что арктическая растительность подвергается более интенсивному воздействию УФ-Б излучения, нежели растительность более низких широт. Еще меньше известно о воздействии ультрафиолетового излучения на организмы животных. Несмотря на то что по сравнению с другими регионами Арктика получает значительно меньшие дозы солнечного УФ-Б излучения, последнее считается важной экологической проблемой будущего. Усилению воздействия УФ-Б излучения на окружающую среду Арктики способствует такой фактор, как усиленное снежным покровом альbedo. Наблюдением за этими явлениями в Арктике занимается Международный научный комитет по Арктике (International Arctic Science Committee – IASC) совместно с ОАФФ и АМАП (IASC 1995).

Ресурсы пресной воды

Водосборный бассейн Северного Ледовитого океана обширен, причем водосборы арктических рек простираются далеко на юг (см. карту внизу). Вплоть до начавшихся после Второй мировой войны промышленного освоения Арктики и добычи природных

Бассейны рек Арктики



Бассейн Северного Ледовитого океана и некоторые из его водосборов: среднегодовые значения стока крупных рек в океан

Источник: АМАР 1998

ресурсов, оказавших сильное воздействие на окружающую среду, состояние пресноводных систем здесь было близко к “первозданному”.

Наиболее загрязненными являются участки Кольского полуострова и окрестности Норильска, прилегающие к металлургическим предприятиям. В 1991–1994 годах концентрации меди и никеля превысили установленные на местном уровне предельно допустимые уровни более чем в 2500 и 130 раз, соответственно. В некоторых арктических районах Канады, Финляндии, Российской Федерации и Аляски уровни свинца в реках превышают предельно допустимые концентрации, установленные рекомендациями по качеству воды для более умеренных широт. И загрязнение металлами – это не единственная проблема. Экосистемы подвергаются совокупному воздействию соединений металлов, сточных вод, углеводородов нефтепродуктов, закисляющих и ряда других химических веществ.

Донные отложения в озерах на севере Канады и в Фенноскандии имеют повышенное содержание ртути. При этом соотношение объема поступлений ртути из антропогенных и естественных источников еще не ясно.

От загрязнения нефтью страдают некоторые реки и эстуарии на севере России. В частности, концентрации углеводородов в низовьях Оби часто достигают нескольких мг на литр; большинство проб воды, взятых в реках на севере Западной Сибири, содержат углеводороды в количествах, превышающих допустимые пределы. Серьезную угрозу для водно-болотных угодий представляет добыча нефти и газа, при которой сточные воды сбрасываются в болотистые низины, выполняющие таким образом роль отстойников для загрязненных жидких отходов. Когда эти отстойники переполняются, загрязненные воды поступают в местные реки и озера (АМАР 1997).

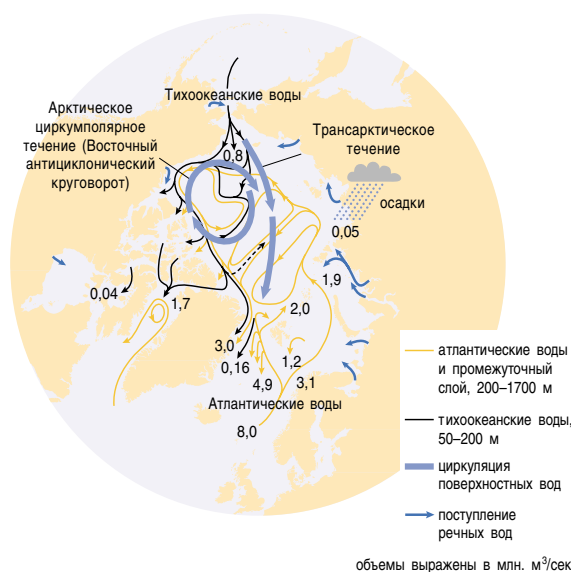
Высокие уровни содержания гексахлорциклопексана отмечены в некоторых российских реках, особенно в Оби, что, по-видимому, связано с использованием пестицида линдана. ДДТ присутствует в водах арктических рек в количествах, колеблющихся от 0,03 нг на литр в реках, впадающих в Гудзонов залив, до 5 нг на литр в Оби. В водах российских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, также отмечаются высокие уровни полихлордифенилов, а содержание СОЗ может даже превышать аналогичные показатели в городских районах Северной Америки и Западной Европы.

Российские реки, протекающие по Кольскому полуострову, страдают от сильного снижения щелочности, и в период весеннего снеготаяния некоторые водотоки быстро подвергаются закислению. Но в целом в северной Фенноскандии ситуация постепенно улучшается в результате снижения выбросов в Европе. Некоторое улучшение ситуации на Кольском полуострове объясняется скорее экономическими факторами, нежели совершенствованием контроля над выбросами.

В воды российских рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, поступают радиоактивные изотопы. Их источниками являются расположенные к югу от арктических территорий России перерабатывающие предприятия атомной промышленности и завод по производству ядерного оружия. Начиная с 60-х годов уровни радиоактивности в российских реках снижались. Предполагают, что максимальных значений они достигали в конце 40-х и в 50-х годах (АМАР 1997). В настоящее время, возможно, наибольшая угроза для среды исходит от прудов, подобных тем, что имеются в окрестностях завода “Маяк” на Урале. Эти водоемы искусственно запружены дамбами для улавливания и отстаивания вод, содержащих радиоактивные отходы. Если эти дамбы разрушатся, значительные количества радионуклидов поступят в экосистемы Арктики.

Загрязняющие вещества поступают в Северный Ледовитый океан из Северной Атлантики, Берингова моря и крупных текущих на север рек. Циркуляция вод Ледовитого океана находится под господствующим влиянием Арктического циркумполярного течения (Восточного антициклонического круговорота) и Трансарктического течения

Основные течения в Северном Ледовитом океане



Источник: АМАР 1998

Морские и прибрежные зоны

Загрязнение морской среды

Морская акватория Арктики представляет собой глубоководный, покрытый льдами и занимающий срединное положение океан с окружающими его мелководными шельфовыми морями. Загрязняющие вещества поступают в Северный Ледовитый океан из северной Атлантики, через Норвежское прибрежное течение, из Берингова моря, а также из крупных текущих на север рек. В пределах Северного Ледовитого океана циркуляция вод находится под господствующим влиянием двух главных течений – Восточного антициклонического круговорота (Арктического циркумполярного течения) и Трансарктического течения (см. карту слева внизу). Льды, образующиеся в шельфовых морях, могут переноситься этими течениями в центральную часть Северного Ледовитого океана. Циркуляция и последующее таяние этих льдов обеспечивают поступление загрязняющих

веществ в глубоководные донные отложения океана, а также в другие шельфовые моря. По сравнению с атмосферным переносом эта миграция загрязнителей происходит медленно. Могут пройти годы, прежде чем они проделают путь от промышленно развитых побережий умеренных широт до Арктики.

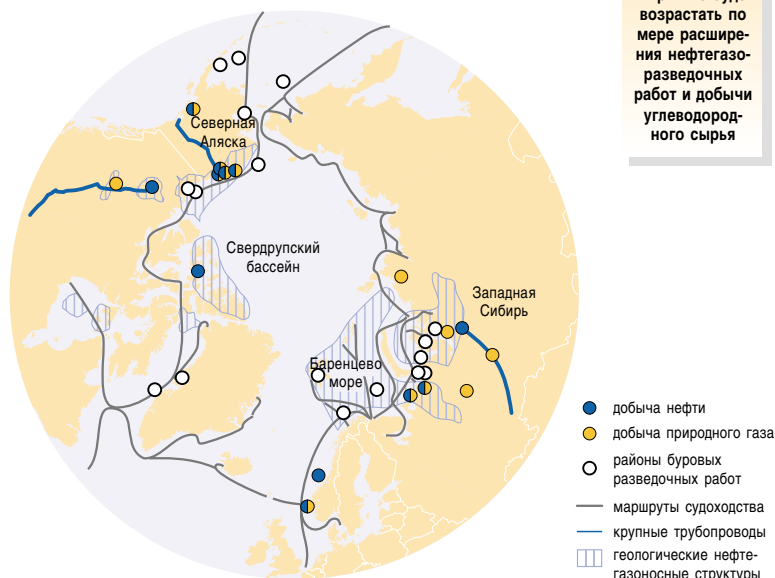
Шельфовые моря, края плавучих льдов и полыньи (участки открытой воды внутри массивов морских льдов) в определенные сезоны могут быть причислены к биологически наиболее продуктивным экосистемам мира. Ресурсы этих экосистем обеспечивают промысловую базу для нескольких крупных рыболовецких флотилий, здесь же откармливаются огромные популяции перелетных птиц. Однако как арктические морские донные отложения, так и биота Севера подвергаются загрязнению. Содержание стойких органических загрязнителей повышено вблизи Шпицбергена, в южной части Баренцева моря и у восточных берегов Гренландии. Вблизи ведущихся разработок полезных ископаемых, в частности в Гренландии, наблюдается локализованное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами. В донных отложениях морей возрастает содержание ртути (АМАР 1997).

В результате радиоактивных осадков в связи с испытаниями ядерного оружия в атмосфере, военных аварий, подобно крушению в 1968 году американского бомбардировщика Б-52 с ядерным оружием на борту недалеко от города Туле на северо-западном побережье Гренландии, а также стока зараженных отходов от перерабатывающих заводов атомной промышленности Европы в донных осадках арктических морей повсеместно обнаруживаются радиоактивные изотопы. Содержащие радиоактивные изотопы сточные воды от заводов в Селлафилде и Даунрее (Соединенное Королевство) и от завода в Ле-Кап-де-ла-Аг в окрестностях французского Шербурга относились морскими течениями на север вплоть до Норвежского и Баренцева морей. Уровни содержания радионуклидов в морской среде достигли своего максимального значения в 70-е годы и затем постепенно опустились до сравнительно низких значений в конце 80-х годов (АМАР 1997). В результате поступления сточных вод с завода в Селлафилде (Соединенное Королевство) концентрации технеция-99 в бурых водорослях, собранных во внешнем Ослофьорде, выросли в пять раз в период с 1996 по 1997 год (Brown и др. 1998).

Некоторые морские экосистемы загрязняются также в результате деятельности, связанной с разработкой полезных ископаемых. Правда, документально подтверждено только несколько подобных случаев, один из которых – разработка свинцово-цинкового месторождения Блэк-Энджел в Гренландии (АМАР 1997). При этом, как правило, загрязнение территории происходит лишь на сравнительно небольшом расстоянии от источника (в случае с Блэк-Энджел – в радиусе около 30 км).

Разрушающее воздействие на морские экосистемы Арктики может оказывать загрязнение в результате деятельности нефтегазовой отрасли. Участки разведки, добычи и транспортировки нефти и газа в

Разведка и эксплуатация нефтегазовых месторождений Арктики



Источник: АМАР 1998

Вероятность крупных разливов нефти в Арктике будет возрастать по мере расширения нефтегазо-разведочных работ и добычи углеводородного сырья

регионе показаны на карте сверху. Основная угроза, по всей видимости, связана с разливами танкерной нефти. Печальный инцидент с танкером “Экссон Валдез” вблизи южного побережья Аляски в 1989 году показал, что крупные разливы могут повлечь масштабное загрязнение обширных площадей.

Из танкера “Экссон Валдез” вылилось 35 тыс. т нефти, что повлекло гибель около 250 тыс. птиц (Platt and Ford 1996, АМАР 1998). Вероятность того, что подобное произойдет и в другом районе Арктики, будет возрастать по мере расширения масштабов нефтедобычи и, следовательно, необходимости в транспортировке нефти.

Увеличение потенциальной опасности аварийных выбросов химических веществ и других видов пагубного воздействия на морскую среду Арктики связано также с освоением международного Северного морского пути вдоль побережья Норвегии и России. Однако в настоящее время этот маршрут меньше используется для внутреннего судоходства, чем в советский период. И хотя соображения экономической целесообразности заставляют осваивать более короткие морские пути, значительные средства также направляются и на оценку воздействия таких проектов на окружающую среду (Østreng и др. 1997).

Неустойчивый рыбный промысел

Рыболовство представляет собой важный источник доходов для всех прибрежных арктических государств. В Исландии эта отрасль обеспечивает 70 процентов национального дохода (CAFF 1998). Одной из богатейших рыбными ресурсами акваторий мира является Берингово море, и многие обитающие на его берегах коренные северные народы благодаря морю

ведут устойчивый традиционный образ жизни. За последние 100 лет внедрение новых методов промысла позволило резко увеличить объемы вылова. Арктика особенно привлекательна для промышленного рыболовства, потому что в ее водах доминирует лишь несколько высокопродуктивных видов рыб, в связи с чем здесь относительно низок так называемый побочный вылов. В то же время для рыбных ресурсов, представленных столь немногочисленными видами, перелов может иметь катастрофические последствия. В 70-х годах из-за перелова сельди пришли в упадок ориентированные на ее вылов и переработку предприятия, затем объектом перелова стала мойва. После того как в 1977 году был достигнут пик ее вылова на уровне 3 млн. т, запасы мойвы дважды достигали критического уровня. В настоящее время имеются признаки их восстановления (Gjosæter 1995).

Состояние атмосферы

По сравнению с другими средами атмосфера содержит сравнительно небольшие количества загрязняющих веществ. Вместе с тем атмосфера представляет собой самый быстрый механизм переноса загрязнителей в Арктику. Время их переноса из сельскохозяйственных и промышленных районов более умеренного пояса может исчисляться днями или неделями. Место осаждения загрязняющих веществ, переносимых с атмосферными потоками, зависит от времени года и господствующего погодного режима. Приток воздуха в Арктику преобладает зимой и весной, когда образующаяся над Сибирью область высокого давления продвигает арктический фронт далеко на юг.

При этом обширные загрязненные территории Евразии попадают в область распространения арктических воздушных масс, нижние 1–2 км которых могут захватывать и перемещать загрязняющие вещества в направлении полюса. В условиях малооблачной и сухой погоды загрязняющие вещества получают возможность достичь Арктики до того, как они выпадут вместе с осадками. Складывающиеся в этот период воздушные потоки переносят из районов Евразии, Японии и Северной Америки в Арктику широкий спектр загрязняющих веществ, включая соединения серы и азота, CO₂, тяжелые металлы и радионуклиды (см. карту слева внизу) (АМАР 1997).

В 50-х годах метеорологическая авиация впервые обнаружила так называемые арктические туманы. Наиболее густые в весеннее время, они состоят главным образом из сульфатов с некоторым количеством зольных компонентов (сажи) и пыли антропогенного происхождения, занесенных сюда извне. Основная масса твердых частиц, вызывающих арктические туманы, образуется в Евразии при сжигании угля. Данное атмосферное явление помогло доказать, что выбросы из Евразии переносятся в Арктику и в некоторых случаях могут пересекать ее и поступать в Северную Америку. Частицы тумана могут также содержать тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества, что объясняет, почему при большой дальности переноса такая значительная доля загрязнителей попадает в Арктику.

Городские районы

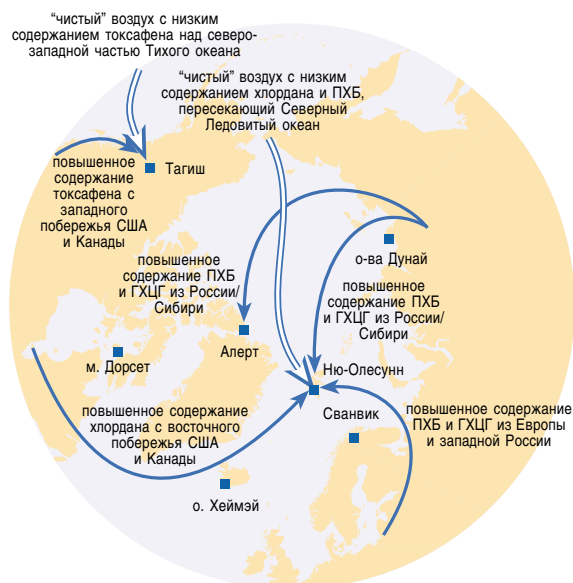
Виды поселений в Арктике весьма разнообразны – от нескольких крупных промышленных городов с населением в несколько сот тысяч человек до небольших общин пастухов-кочевников, члены которых ведут традиционный для коренных народов Севера образ жизни.

Три крупнейших города Арктики – Мурманск, Архангельск и Норильск – находятся в ее российском секторе. Архангельск был основан в 1584 году. Численность населения Мурманска и Норильска в XX столетии достигла примерно 400 тыс. и 165 тыс. человек, соответственно. Наибольшей величины численность населения всех трех городов достигла в начале 90-х годов, и с тех пор происходит ее снижение (Larro 1994, Госкомстат 1995).

Наряду с городскими поселениями в различных районах Арктики (особенно в ее российском секторе) имеются порты, пристани, прочие прибрежные сооружения, а также центры тяжелой промышленности. С начала “холодной войны” арктические районы Северной Америки стали местом захоронения различных отходов. В настоящее время на Юконе и в Северо-Западных территориях Канады выявлено 1246 таких опасных свалок. К 1997 году почти 500 из них были очищены, примерно такое же количество свалок признано неопасными. В отношении остальных оценка еще не проводилась (Indian and Northern Affairs 1997b).

Пути и источники поступления в Арктику загрязненного CO₂ воздуха

Пути воздушной миграции стойких органических загрязнителей



Источник: АМАР 1997

Антарктика

Справочная социально-экономическая информация

Европейские исследователи впервые достигли антарктического региона в XVIII веке. Кругосветное плавание Кука в 1772–1775 годах, во время которого в Антарктике были обнаружены крупные популяции китов и тюленей, положило начало первому этапу освоения морских богатств (в основном промысла млекопитающих) Антарктики. Объектом перепромысла стал морской котик, который уже к 20-м годам XIX века был полностью истреблен на некоторых островах региона. В XIX веке основную роль в исследовании Антарктики и субантарктических регионов играли охотники за тюленями и китобой, искавшие новые места для промыслов. Лишь в середине XIX века в Антарктику стали направляться национальные экспедиции. Несмотря на то что первая запланированная зимовка в Антарктике состоялась еще в 1898 году, а в 1911 году экспедиция Амундсена достигла Южного полюса, картографирование этой части света завершилось лишь в конце 40-х годов XX века. Постоянное присутствие человека в Антарктике начинается с момента основания круглогодичных научно-исследовательских станций в 40-х годах, хотя аргентинская станция “Оркадас” работает непрерывно с 1904 года. В 1997 году в круглогодичном режиме функционировали примерно 35 станций на самом континенте и островах к югу от 60-й параллели и еще 7 станций – на островах Субантарктики (SCAR 1998).

В настоящее время семь государств предъявляют территориальные претензии на отдельные секторы Антарктики, причем требования трех из них частично перекрываются и взаимно оспариваются. Российская Федерация и Соединенные Штаты Америки сохраняют за собой право предъявлять собственные требования. Большинство других государств не признают никаких претензий на Антарктику. Договор об Антарктике призван “заморозить” существующие позиции субъектов мирового сообщества в отношении территориальной принадлежности и суверенитета Антарктики, содействовать демилитаризации этого региона, обеспечить свободный доступ в его пределы для проведения научных исследований, которые признаны главным видом национальной деятельности в этом регионе. Подписанные вслед за Договором соглашения, образовавшие вместе с ним так называемую Систему Договора об Антарктике, включают Конвенцию 1972 года о сохранении тюленей Антарктики, Конвенцию 1980 года по сохранению морских живых ресурсов в Антарктике и Протокол 1991 года по защите окружающей среды к Договору об Антарктике. Все три документа вступили в силу. Государства – члены Договора об Антарктике (их число увеличилось с первоначальных 12 сигнатариев в 1959 году до 44 в 1999 году) утверждают, что Система Договора

об Антарктике является эффективным открытым для присоединения инструментом управления Антарктикой в интересах международного сообщества. Некоторые государства внесли в Генеральную Ассамблею ООН вопрос о легитимности Системы Договора об Антарктике; кроме того, некоторые неправительственные организации время от времени ставят под сомнение эффективность этой системы в отношении охраны окружающей среды.

С 50-х годов основной сферой деятельности человека в Антарктике стали научные исследования. Локализованное воздействие на среду научных станций в целом хорошо изучено, и маловероятно, что оно будет усиливаться в дальнейшем. К работникам станций сейчас на законных основаниях предъявляются требования осуществлять оценку всех видов воздействия деятельности станции на окружающую среду и разрабатывать планы сбора и удаления отходов.

Ускоренное развитие получает туризм. Число туристов, посетивших Антарктику во время круизов, выросло с 4698 за сезон 1990/91 годов (Enzenbacher 1992) до планируемых 13 900 в сезоне 1999/2000 годов (IAATO 1999a). Основная часть туристов прибывает в Антарктику на борту океанских лайнеров, но некоторые путешествуют по воздуху или на яхтах. Большая часть маршрутов туристических круизов в Антарктике (96 из 102 в сезоне 1998/99 годов) пролегает по Антарктическому полуострову, остальные – в основном в акватории моря Росса (IAATO 1999a). Во время антарктических путешествий туристы часто посещают также острова Субантарктики (Cessford and Dingwall 1998).

Несмотря на то что время пребывания туристов в Антарктике несравнимо меньше времени нахождения там персонала национальных антарктических программ, туризм может оказать отрицательное воздействие на окружающую среду, особенно на Антарктическом полуострове. Меры, направленные на оценку, смягчение и предотвращение этого воздействия, а также на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций, принимаются руководством индустрии туризма (IAATO 1999b), в рамках Системы

Число посещающих Антарктику туристов увеличивается. Большинство из них прибывает морем, но некоторые путешествуют над континентом по воздуху

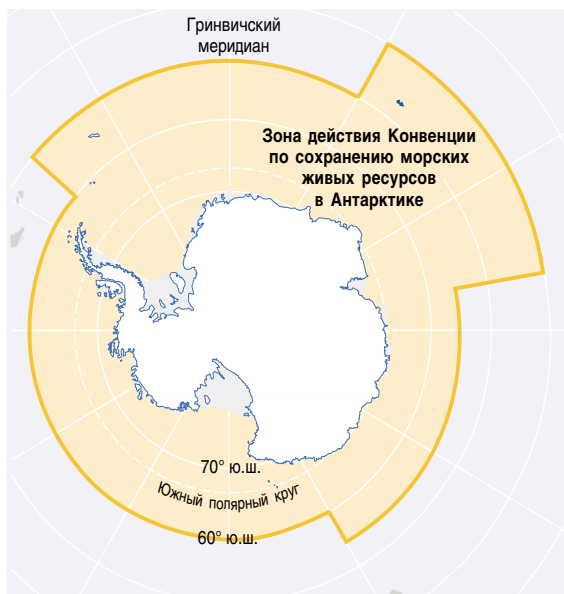
Туризм в Антарктике



Источник: <http://www.gridc.org.nz/images/tour.gif>

Территория, находящаяся в сфере действия Конвенции 1980 года по сохранению морских живых ресурсов в Антарктике

Зона действия Конвенции по сохранению морских живых ресурсов в Антарктике



Источник: ГРИД Крайстчерч, Новая Зеландия

Договора об Антарктике (АТ 1994) и отдельными государствами (Prebble and Dingwall 1997). Выпущен путеводитель по наиболее посещаемым туристами районам Антарктического полуострова, в котором обращается внимание на уязвимые аспекты экосистем региона (Naveen 1997).

Протокол по защите окружающей среды к Договору об Антарктике запрещает разработку полезных ископаемых, если она производится не в научных целях. Единственной отраслью, занимающейся эксплуатацией природных ресурсов Антарктики, является рыбный промысел в зоне действия Конвенции по сохранению морских живых ресурсов в Антарктике, к югу от полярного фронта. Объектами промысла здесь являются патагонский и антарктический клыкач (*Dissostichus eleginoides* и *D. mawsoni*), белокрылые рыбы (*Champsocephalus gunnari*), криль (*Euphausia superba*) и кальмары (*Martialia hyadesi*). Главную проблему в зоне действия Конвенции представляет незаконный, нерегистрируемый и нерегулируемый рыбный промысел, ставший серьезной проблемой для Системы Договора об Антарктике (CCAMLR 1999).

Земельные ресурсы

Применительно к Антарктике термин “земли” обозначает все сравнительно стабильные поверхности ледовых образований, примыкающих к континенту или покрывающих его, – ледниковые шельфы и ледниковые плато.

В этом регионе, подавляющую часть которого занимают покрытый льдами континент и окружаю-

щие его моря, площадь свободных ото льда территорий включает около 2 процентов площади континента (примерно 280 тыс. кв. км) и большую часть из приблизительно 26 тыс. кв. км, составляющих площадь островов Субантарктики и холодного умеренного пояса (Dingwall 1995). Свободные ото льда территории Антарктики находятся в основном на побережье материка (в особенности на Антарктическом полуострове) и на островах к югу от 60-й параллели. Эти свободные ото льда районы являются местами, где наиболее активно проявляется жизнь в регионе (включая травостои, а также колонии птиц и тюленей). Они характеризуются различными чрезвычайно уязвимыми перигляциальными и геологическими особенностями. В этих же местах сосредоточены деятельность человека в Антарктике и соответствующая инфраструктура, в связи с чем именно здесь обнаруживаются большинство прошлых и современных антропогенных видов воздействия на природу региона, включая нефтяные разливы (Cripps and Priddle 1991, Aislabie 1997), изменение ландшафта (Campbell и др. 1998), потери мест обитания животных и птиц (Thomas 1986), внедрение в местную среду чужеродных (Gremmen 1997) и/или болезнетворных организмов (Gardner и др. 1997). Антропогенное воздействие на биоту, в том числе на популяции пингвинов Адели (Woehler и др. 1994), также имеет место, но в некоторых случаях прямое влияние человека может быть пренебрежимо малым по сравнению с прочими факторами, изменяющими условия окружающей среды (Fraser and Patterson 1997).

Ряд научных станций расположен на полярном плато, в том числе и на самом Южном полюсе. Плато было подробно обследовано и в настоящее время продолжает оставаться ареной научной деятельности и туризма. Хотя данные свидетельствуют, что воздействие на ландшафты невелико и по большей части ниже порога обнаружения, окружающая среда Антарктики по-прежнему весьма чувствительна к загрязнению.

Основная угроза шельфовым ледникам исходит не от местного антропогенного воздействия, а в первую очередь от изменения климата – как естественного, так и антропогенного – на региональном и глобальном уровнях. Наблюдающееся в настоящее время раздробление шельфовых ледников вдоль северного и западного побережий Антарктического полуострова связывают с региональным потеплением примерно за последние полвека (Ward 1995, Vaughan and Doake 1996, Rott и др. 1996, Lucchitta and Rosanova 1998, Rott и др. 1998, Skvarca и др. 1998). Отступление других шельфовых льдов, в частности ледников Кука (Frezzotti и др. 1998) и Западного, возможно, происходит по этой же причине (см. карту на стр. 191). Считается, что наиболее уязвимая в этом отношении область Антарктического ледникового щита – это его западная часть. Хотя потребуются тысячелетия для того, чтобы вызванное климатическим изменением поверхностное потепление достигло основания щита, наличие смазочного слоя воды поверх непрочных наносов дает основания считать,

что подвижность льда может и не зависеть от климатических воздействий (MacAyeal 1992).

Можно с большой долей определенности предполагать, что в следующем десятилетии отступление шельфовых ледников на Антарктическом полуострове будет продолжаться. Оно затронет в первую очередь наиболее уязвимые шельфовые ледники Ларсена и Уилкинса, а также северную часть ледника Георга VI. Хотя процессы дробления и растрескивания ледников исследованы далеко не полностью, временные масштабы протекания этих процессов – от нескольких лет до десятилетия – дают основание полагать, что ослабление ледников уже произошло и что достаточное одного финального толчка в виде необычно теплого лета, когда увеличится приток талых поверхностных вод, чтобы вызвать дальнейшее отступление ледников. Процессы формирования и восстановления шельфовых ледников, по-видимому, весьма существенно отличаются от процессов их разрушения и могут длиться несколько столетий. Единственный вероятный сценарий разрушения шельфовых ледников Антарктики, которое могло бы вызвать ощутимый подъем уровня Мирового океана, предполагает не обусловленный климатом распад Западноантарктического ледового щита вследствие его внутренней динамики. Подъем уровня Мирового океана в последующие за катастрофой 50–100 лет составил бы несколько миллиметров в год (Bentley 1997, Oppenheimer 1998). Однако вероятность такого события крайне мала.

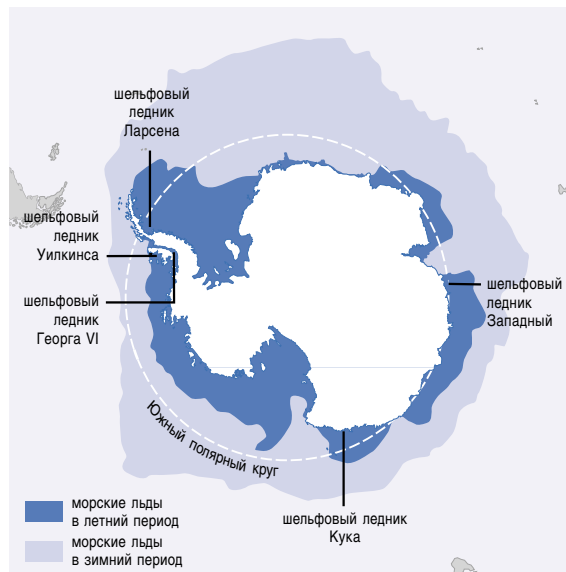
Биоразнообразие

Наземные экосистемы

Наземная флора южнее 60-й параллели представлена лишь мхами, лишайниками, печеночниками и двумя видами цветковых растений. Гораздо разнообразнее растительность островов Субантарктики, которая насчитывает 30–40 видов местных васкулярных растений. На островах холодного умеренного пояса произрастает более 150 видов растений, включая кустарники и деревья. Острова Субантарктики и холодного умеренного пояса характеризуются высоким уровнем эндемизма вследствие их длительной географической и экологической изоляции друг от друга и от окружающих массивов континентальной суши. Так, генетически обособленная васкулярная флора южных островов Новой Зеландии, состоящая примерно из 250 таксонов, включает 35 таксонов, эндемичных для данного региона, и несколько видов, эндемичных для отдельной группы островов.

Ведется работа по систематизации видов, составляющих флору Антарктики. Пока эта работа не завершена, нет возможности установить, какие виды находятся под угрозой исчезновения. Недавно проведенные исследования генетических особенностей антарктической биоты показывают, что биоразнообразие в пределах некоторых видов мхов значительно выше, чем ожидалось. Это свидетельствует либо о

Распространение морских льдов Антарктики в летний и зимний периоды



Источник: ГРИД Крайстчерч, Новая Зеландия

На карте показано распространение морских льдов в летний и зимний периоды и местоположение уязвимых шельфовых ледников Антарктики

высоких темпах генетических мутаций, либо о намного более интенсивном, чем предполагалось ранее, внедрении и закреплении чужеродных видов. Отступление ледников на Антарктическом полуострове и прилегающих островах предоставляет возможности для колонизации местных ландшафтов новыми для Антарктики видами.

Наземную фауну Антарктиды и соседних островов представляют клещи, коллемболы (ногохвостки), а на Антарктическом полуострове – два вида мелких двукрылых насекомых и ограниченное число микроскопических почвенных беспозвоночных (простейших одноклеточных организмов, тихоходок, нематод и ротифер). Фауна островов Субантарктики и холодного умеренного пояса, как и их флора, более разнообразна и насчитывает множество редких видов и эндемиков, особенно среди беспозвоночных. Некоторые виды характеризуются также специфической приспособленностью к условиям среды обитания на океанических островах (например, насекомые этих территорий бескрылы).

Некоторые острова Антарктики, на которых сохранились незатронутые антропогенным воздействием природные экосистемы, имеют в связи с этим международную значимость для науки и охраны окружающей среды. Многие другие острова несут на себе характерный отпечаток антропогенных воздействий, связанных в первую очередь с намеренной интродукцией хищников и паразитов животных. Особую проблему представляют завезенные сюда млекопитающие – грызуны, кошки, кролики, овцы, крупный рогатый скот, северные олени. В последние годы было проведено несколько успешных попыток очистить острова Антарктики от чужеродных млекопитающих. Эти работы продолжаются. Острова так-

же являются жизненно важным местом отдыха и размножения морских птиц и тюленей, кормовой базой для которых служит Южный океан.

В последнее время повысился интерес исследователей к некоторым биохимическим соединениям, содержащимся в организмах представителей антарктической биоты, что может привести к обнаружению у какого-либо из них промышленной значимости. Уже неоднократно проводился сбор антарктических микроорганизмов в фармацевтических целях (SCAR 1999). С ростом интереса к перспективам использования биологических ресурсов региона увеличивается и опасность нанесения им серьезного ущерба – как непосредственно видам, которые могут стать объектами перепромысла, так и связанным с ними видам, – хотя соблюдение требований Протокола по защите окружающей среды к Договору об Антарктике должно предотвратить такое развитие событий. Еще одна серьезная опасность для флоры и фауны Антарктики исходит от сохраняющейся возможности непреднамеренного попадания в регион чужеродных видов либо в ходе осуществления национальных программ научных исследований, либо в связи с туризмом. В частности, случайно занесенным в Антарктику вирусом инфекционного бурсита поражены популяции пингвинов – императорского и Адели (Australia 1997).

Морские экосистемы

В настоящее время угроза биоразнообразию Южного океана значительно ниже, чем в прошлые годы, когда китобойный промысел наносил серьезный урон популяциям китообразных, восстановление которых происходит очень медленно.

Биоразнообразие Южного океана изучено хотя и далеко не полностью по сравнению с некоторыми другими регионами, но все-таки вполне удовлетворительно (Winston 1992, Arntz и др. 1997). В ходе исследований выяснилось, что в Южном океане разнообразие видов в пределах многих таксономических уровней намного ниже, чем можно было предполагать на основе общих закономерностей распределения видов в Мировом океане. Примером могут служить брюхоногие и двусторчатые моллюски, а также бентические/демерсальные рыбы. Объяснения такой видовой скудности пока не найдено. В некоторых случаях ее можно объяснить общей тенденцией к уменьшению биоразнообразия от экваториальных широт в направлении полюсов (широтное снижение разнообразия), о причинах которого среди экологов нет единого мнения (Clarke 1992). Что касается рыб, то низкое разнообразие их видов может объясняться отсутствием в пределах Южного океана мест обитания, традиционно богатых видами рыб (Clarke and Johnston 1996). В то же время некоторые группы организмов – мелкие ракообразные, бризоины, губки – хорошо представлены в Южном океане (Arntz и др. 1997). Наши знания о биоразнообразии Южного океана, как и большинства морей мира, в основном ограничиваются зоной континентального шельфа и материкового склона. Почти ничего не известно о фауне окружающих Антарктиду глубоководных морей.

В прошлом, после того как в результате перепромысла в конце XVIII – начале XIX века морские хищники, в первую очередь южные морские котики (*Arctocephalus gazella*), были ликвидированы как возможный объект промысла и почти полностью истреблены физически, начался хищнический промысел гренландских китов. Единственным исключением из общей тенденции перепромысла стал строгий контроль за добычей южных морских слонов (*Mirounga leonina*) в районе Южной Георгии. Доказательства того, что эксплуатация ресурсов Южного океана в прошлом привела к исчезновению каких-либо биологических видов, отсутствуют. Популяции южных морских китов, в частности, восстановились полностью. Но вполне вероятно, что деятельность человека могла оказать существенное влияние на биоразнообразие Южного океана в целом. Можно предположить, что перепромысел гренландских китов привел к установлению новой фазы биологического равновесия в Южном океане, при котором популяции этих китов уже никогда не смогут достичь прежних масштабов. Это предположение документально подтверждается наблюдениями за ростом численности популяций южных морских китов и некоторых видов пингвинов.

Особое беспокойство вызывает сопровождающий рыбный промысел побочный вылов, и в первую очередь альбатросов и буревестников. Даже по самым скромным оценкам, смертность альбатросов в рыболовных сетях в Южном океане составляет 44 тыс. особей в год (Brothers 1991). Популяции этих птиц в некоторых районах сокращаются примерно на 7 процентов в год. При таких темпах гибели самовосстановление популяций невозможно (Alexander и др. 1997). Самой серьезной угрозой для альбатросов считается вылов рыбы крючковыми снастями (SCAR 1996a).

Ведущийся другими способами рыболовный промысел также может приводить к существенным побочным последствиям. В частности, придонное траление может угрожать бентическим сообществам океана, для которых характерны очень низкие темпы естественного самовосстановления. Данные по этому вопросу в настоящее время отсутствуют. В целом можно сказать, что в будущем угроза биоразнообразию Южного океана от прямых и косвенных видов воздействия рыбного промысла сохранится. Оцениваться эти виды воздействия должны с учетом естественной изменчивости природной среды Южного океана, а также с учетом естественного физического воздействия на нее, например динамики льдов.

Ресурсы пресной воды

Пресноводные и соленые озера Антарктики расположены главным образом в прибрежных районах и на свободных ото льда территориях – на возвышенностях Ларсеманн-Хиллс, Бангер-Хиллс, Вестфолд-Хиллс, в оазисе Ширмахера и др. Таких территорий в

Антарктике мало, но именно они часто становятся центром активной человеческой деятельности. Расположенные здесь озера питают талые ледниковые воды, и поэтому многие из них особенно подвержены загрязнению в результате деятельности человека в пределах водосборных бассейнов. Помимо озер на свободных ото льда территориях небольшие озера образуются в результате стока талых вод с нунатаков (холмов или гор, окруженных льдами) во внутренних районах Антарктиды. Обширные озера встречаются также и под ледниковым щитом в центральных областях континента. Некоторые из них, например озеро Восток, очень велики. Их значение для мировой науки заключается в том, что за последние 500 тыс. лет на них не воздействовала земная атмосфера, а покрывающий их лед не подвергался бурению. В настоящее время Научным комитетом по исследованию Антарктики (СКАР) разрабатывается международный кодекс проведения исследований этих озер.

Несмотря на то что антропогенная нагрузка на внутренние воды Антарктики не столь велика, как в Арктике, серьезную угрозу для водных ресурсов, особенно для озер на свободных ото льда территориях, представляет деятельность человека.

На возвышенности Ларсеманн-Хиллс по меньшей мере одно из озер было сильно загрязнено в результате деятельности располагавшейся неподалеку базы, которая использовала озеро для охлаждения генераторов и сброса пищевых и других отходов (Ellis-Evans и др. 1997). Ряд других озер, расположенных поблизости, страдают из-за движения транспорта, и в будущем ситуация здесь вряд ли изменится к лучшему (Lyons и др. 1997).

Осуществление программы бурения в так называемых “сухих долинах” сопровождалось разливами дизельного топлива по поверхности некоторых покрывающих озера льдов, а также поступлением небольших количеств бурильного материала и технических жидкостей в озера близ американской станции Мак-Мердо (Parker and Holliman 1978). В некоторые водоемы Антарктики поступили небольшие количества радиоактивных изотопов как вследствие случайных утечек, так и в результате намеренного их внесения (например, йода-35) для наблюдений за движением водных масс (Vincent 1996). В первые несколько лет изучения “сухих долин” имело место также незначительное загрязнение озер вблизи лагерей исследователей.

Установлено, что по меньшей мере в одно из озер оазиса Ширмахера – Глубокое – вместе со сточными водами с российской станции Новолазаревская поступили высокие дозы фосфора. В этом озере, а также в озере Станционное обнаружены повышенные концентрации аммония, что свидетельствует об их интенсивном загрязнении человеком. В долгосрочной перспективе воздействие на эти озера за последние годы могло уменьшиться в связи с сокращением объемов проводимых на территории оазиса научных исследований (Borman and Fritche 1995).

Озера, расположенные на островах вблизи Антарктического полуострова, особенно на Южных Оркней-

ских островах, подверглись в последние годы интенсивной эвтрофикации, что связано с ростом популяций тюленей, переносящих в водосборные бассейны озер биогены морского происхождения. На более населенных островах, например на острове Короля Георга, озера вблизи научных баз могут быть использованы как источники питьевой воды, и их ресурсам угрожает продолжение загрязнения, хотя и незначительного.

В прошлом десятилетии существенно возросло осознание того, насколько уязвимы экосистемы вод свободных ото льда территорий Антарктики. Кодекс поведения при проведении научных исследований в “сухих долинах” уже получил одобрение со стороны Новой Зеландии и США (Vincent 1996). Они представлены на рассмотрение в СКАР для выработки рекомендаций всем государствам, проводящим исследования на свободных ото льда территориях (SCAR 1996b).

Морские и прибрежные зоны

Южный океан, северные границы которого определены антарктической конвергенцией (полярным фронтом), занимает около 10 процентов площади Мирового океана. В отличие от Северного Ледовитого океана, лишь сравнительно небольшие пространства Южного океана покрыты льдами постоянно. Формирование ледового покрова на обширных территориях носит ярко выраженный сезонный характер: лед образуется в зимний период и тает с наступлением весны. Область сезонного распространения льдов включает все континентальные шельфы и материковые склоны Антарктиды. Особенности морских льдов в полярных областях описаны во вставке на стр. 178.

Рыбный промысел в настоящее время, как и в прошлом, может оказывать существенное воздействие на морские экосистемы. Режим Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики, нацеленной на охрану экосистем, должен стать преградой для чрезмерной эксплуатации морских ресурсов. Однако факт перелова патагонского клыкача (*Dissostichus eleginoides*) в результате незаконной, нерегистрируемой и неконтролируемой его добычи, ведущейся в последнее время в зоне действия Конвенции, вызывает серьезные сомнения в действенности природоохранного режима, а также в устойчивом характере рыбного промысла и стабильности состояния экосистем в этих водах. Если законный вылов патагонского клыкача в зоне действия Конвенции за период с 1 июля 1996 года по 30 июня 1997 года составил, по сообщениям, 10 245 т (97 процентов общего вылова рыбы), то масштабы незаконного, нерегистрируемого и неконтролируемого промысла оценивались в 107–115 тыс. только для Индоокеанского сектора зоны действия Конвенции (CCAMLR 1998).



Патагонский клыкач (*Dissostichus eleginoides*) является в настоящее время объектом чрезмерного вылова

Застроенные территории

Антарктика необитаема, если не считать зимующих сотрудников национальных научных программ, приезжающих летом ученых, а также персонал служб обеспечения и туристов. Лишь в некоторых районах концентрация деятельности человека представляет потенциальную угрозу для окружающей

среды. Примерами могут служить мощная инфраструктура США и Новой Зеландии на станции Хат-Пойнт (остров Росса), австралийские, китайские и российские станции, расположенные на сравнительно небольшой по площади свободной ото льда территории Ларсеманн-Хиллс, а также остров Короля Георга из группы Южных Шетландских островов, где одновременно восемь стран круглогодично используют свои станции.

Литература

- Abbott, R. J., Chapman H. M., Crawford, R. M. M. and Forbes D. G. (1995). Molecular diversity and derivations of populations of *Silene acaulis* and *Saxifraga oppositifolia*. *Molecular Ecology*, 4, 193-201
- Aislabie, J. (1997). Hydrocarbon-degrading bacteria in oil-contaminated soils near Scott Base, Antarctica. In Lyons, W.B., Howard-Williams, C. and Hawes, I. (eds.). *Ecosystem Processes in Antarctic Ice-free Landscapes*. Balkema, Rotterdam, The Netherlands
- Alexander, K., Robertson, G. and Gales, R. (1997). *The Incidental Mortality of Albatrosses in Longline Fisheries*. The First International Conference on the Biology and Conservation of Albatrosses, Hobart, Australia, September 1995
- Allison, I. (1997). Physical processes determining the Antarctic sea ice environment. *Australian Journal of Physics*, 50, 759-771
- Arctic Environmental Protection Strategy (1997). *Guidelines for Environmental Impact Assessment (EIA) in the Arctic*. Finnish Ministry of Environment, Helsinki, Finland
- AMAP (1997). *Arctic Pollution Issues: A State of the Arctic Environment Report*. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.
- AMAP (1998). *AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues*. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway
- Arntz, W. E., Gutt, J. and Klages, M. (1997). Antarctic marine biodiversity: an overview. In Battaglia, B., Valencia, J. and Walton, D. W. H. (eds.). *Antarctic Communities: Species, Structure and Survival*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- AT (1994). Recommendation XVIII-1, Tourism and non-governmental activities. In *Final Report of the Eighteenth Antarctic Treaty Consultative Meeting*, Kyoto 11-22 April 1994, 35-45
- Australia (1997). *Introduction of Disease into Antarctic Birds*, Information Paper 51, XXI Antarctic Treaty Consultative Meeting, Christchurch, New Zealand
- Bentley, C.R. (1997). Rapid sea-level rise soon from West Antarctic Ice Sheet collapse? *Science*, 275, 1077-8
- Bjørge, E., Johannessen, O. M., Miles, M. W. (1997). Analysis of merged SMMR-SSM/I time series of Arctic and Antarctic sea ice parameters 1978-1995. *Geophysical Research Letters*, 24, 413-416
- Borman, P., and Fritsche, D. (eds., 1995). *The Schirmacher Oasis, Queen Maude Land, East Antarctica, and its surroundings*. Justus Perthes Verlag, Gotha, Germany
- Brothers, N. (1991). Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese longline fishery in the Southern Ocean. *Biological Conservation*, 55, 255-268
- Brown J., Kolstad, A. K., Lind, B., Rudjord, A. L. and Strand, P., (1998). *Technetium-99 Contamination in the North Sea and in Norwegian Coastal Areas 1996 and 1997*. Strålevern Rapport 1998, 3, Oslo, Norway
- CAFF (1996). *Circumpolar Protected Areas Network (CPAN) Strategy and Action Plan*. CAFF Habitat Conservation Report No. 6, Directorate for Nature Management, Trondheim, Norway
- CAFF (1997a). *Circumpolar Protected Areas Network (CPAN) Progress Report 1997*. CAFF Habitat Conservation Report No. 7, Conservation of Arctic Flora and Fauna, Iceland
- CAFF (1997b). *Co-operative strategy for the conservation of biological diversity in the Arctic region*. Finnish Ministry of the Environment, Helsinki, Finland
- CAFF (1998). *Incidental Take of Seabirds in Commercial Fisheries in the Arctic Countries. Technical Report No. 1 from the Circumpolar Seabird Working Group (CSWG)*. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Vidar Bakken and Knud Falk (eds.)
- Campbell, I. B., Claridge, G. G. C. and Balks, M. R. (1998). Short- and long-term impacts of human disturbances on snow-free surfaces in Antarctica. *Polar Record*, 34, 15-24
- Cavallieri, D. J., Gloersen, P., Parkinson, C. L., Comiso, J. C. and Zwally, H. J. (1997). Observed hemispheric asymmetry in global sea ice changes. *Science*, 278, 1104-1106
- CCAMLR (1998). *Report of the CCAMLR observer to ATCM XXII*, Information Paper 21. XXII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Tromsø, Norway
- CCAMLR (1999). *Report of the CCAMLR Observer to ATCM XXIII*, Information Paper 64, XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Lima, Peru, 1999
- Cessford, G. and Dingwall, P. R. (1998). Research on shipborne tourism to the Ross Sea region and the New Zealand sub-Antarctic islands. *Polar Record*, 34, 99-106
- Chapman, W. L. and Walsh, J. E. (1993). Recent variations of sea ice and air temperature at high latitudes. *Bulletin American Meteorological Society*, 74, 34-47
- CIA (1978). *Polar Regions Atlas*. Central Intelligence Agency, US Government Printing Office, Washington DC, United States
- Clarke, A. (1992). Is there a diversity cline in the sea? *Trends in Ecology and Evolution*, 9, 286-287
- Clarke A. and Johnston, I. A. (1996). Evolution and adaptive radiation of Antarctic fishes. *Trends in Ecology and Evolution*, 11, 212-218
- COMNAP (1999). *An Assessment of Environmental Emergencies Arising from Activities in Antarctica*, Working Paper 16, XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Lima, Peru, 1999
- Connolley, W. M. and Cattle, H. (1994). The Antarctic climate of the UKMO unified model. *Antarctic Science*, 6, 115-122
- Cripps, G. C. and Priddle, J. (1991). Hydrocarbons in the Antarctic environment. *Antarctic Science*, 3, 233-250

- Crawford, R. M. M. (1995). Plant Survival in the High Arctic. *Biologist*, 42-3, 101-105
- Dallmann, W. K. (1997). Indigenous peoples of the northern part of the Russian Federation and their environment. INSROP Working Paper No. 90. International Northern Sea Route Programme, Oslo, Norway
- de la Mare, W. K. (1997). Abrupt mid-twentieth-century decline in Antarctic sea ice extent from whaling records. *Nature*, 389, 57-60
- Dingwall, P. R. (1995). Legal, institutional and management planning considerations in subantarctic island conservation. In Dingwall, P. R. (ed.). *Progress in Conservation of the Subantarctic Islands*, IUCN, Gland, Switzerland
- Ellis-Evans, J. C., Laybourn-Parry, J., Bayliss, P. R. and Perriss, S. T. (1997). Human impact on an oligotrophic lake in the Larsemann Hills. pp. 396-404. In Battaglia, B., Valencia, J. and Walton, D. W. H. (eds.). *Antarctic Communities: Species, Structure and Survival*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- Enzenbacher, D. J. (1992). Tourists in Antarctica: numbers and trends. *Polar Record*, 28, 17-22
- EEA (1996). *The State of the European Arctic Environment*. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark
- Fraser, W. R. and Patterson, D. L. (1997). Human disturbance and long-term changes in Adelie penguin populations: a natural experiment at Palmer Station, Antarctic Peninsula. In Battaglia, B., Valencia, J. and Walton, D. W. H. (eds.). *Antarctic Communities: Species, Structure and Survival*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- Frezzotti, M., Combelli, A., and Ferrigno, J. G. (1998). Ice-front change and iceberg behaviour along Oates and George V Coasts, Antarctica, 1912-96. *Annals of Glaciology*, 27, 643-650
- Gardner, H., Kery, K. and Riddle, M. (1997). Poultry virus infection in Antarctic penguins. *Nature*, 387, 245
- Gjosaeter H. (ed., 1995). Ressuroversikt 1995. Havforskningsinstituttet, Bergen, Norway
- Gloersen, P., W. J. Campbell, D. J. Cavalieri, J. C. Comiso, C. L. Parkinson and H. J. Zwally (1992). *Arctic and Antarctic sea ice, 1978-1987: Satellite Passive Microwave Observations*. NASA, Greenbelt, Maryland, United States (NASA SP-511)
- Gordon, H. B. and O'Farrell, S. P. (1997). Transient climate change in the CSIRO Coupled Model with dynamic sea ice. *Monthly Weather Review*, 125, 875-907
- Gremmen, N. J. M. (1997). Changes in the vegetation of sub-Antarctic Marion Island resulting from introduced vascular plants. In Battaglia, B., Valencia, J. and Walton, D. W. H. (eds.). *Antarctic Communities: Species, Structure and Survival*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom
- Hunt, B. G., Gordon, H. B., Davies, H. L. (1995). Impact of the greenhouse effect on sea ice characteristics and snow accumulation in the polar regions. *International Journal of Climatology*, 15, 3-23
- IAATO (1998a). *Overview of Antarctic Tourism Activities*, Information Paper No. 86. XXII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Tromsø, Norway
- IAATO (1998b). *Education and training: a survey of IAATO member companies*, Information Paper No. 87. XXII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Tromsø, Norway
- IAATO (1999a). *Overview of Antarctic Activities*, Information Paper No. 98, XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Lima, Peru, 1999
- IAATO (1999b). *Report of the International Association of Antarctica Tour Operators*, Information Paper No. 97, XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Lima, Peru, 1999
- IASC (1995). *Effects of Increased Ultraviolet Radiation in the Arctic*. IASC Report No. 2. International Arctic Science Committee, Oslo, Norway
- Indian and Northern Affairs (1997a). J. Jensen, K. Adare and R. Shearer (eds.), *Canadian Arctic Contaminants Assessment Report*. Indian and Northern Affairs, Ottawa, Canada
- Indian and Northern Affairs (1997b). *Action, Arctic Environment Strategy: Progress report*. April 1996-March 1997. Indian and Northern Affairs, Ottawa, Canada
- Kottmeier, C., Olf, J., Frieden, W., Roth, R. (1992). Wind forcing and ice motion in the Weddell Sea Region. *Journal of Geophysical Research*, 97, 20373
- Krinner, G., Genthon, C., Li, Z., Le Van, P. (1997). Studies of the Antarctic climate with a stretched-grid general circulation model. *Journal of Geophysical Research*, 102, 13731-45
- Lappo, G. M. (ed., 1994). *Goroda Rossii* (Russian cities). BRE, Moscow, Russia (in Russian)
- Lucchitta, B. K. and Rosanova, C. E. (1998). Retreat of northern margins of George VI and Wilkins Ice Shelves, Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*, 27, 41-46
- Lyngø, A. (1993). *Inuit-The story of the Inuit Circumpolar Conference*. ICC, Nuuk, Greenland
- Lyons, W. B., Howard-Williams, C. and Hawes, I. (eds., 1997). *Ecosystem Processes in Antarctic Ice-free Landscapes*. Proceedings of an International Workshop on Polar Desert Ecosystems, Christchurch, New Zealand, 1-4 July 1996. Balkema, Rotterdam, The Netherlands
- MacAyeal, D. R. (1992). Irregular oscillations of the West Antarctic Ice Sheet. *Nature*, 359, 29-32
- Manabe, S., Spelman, M. J., Stouffer, R. J. (1992). Transient response of a coupled ocean-atmosphere model to gradual changes of atmospheric CO₂. *Journal of Climatology*, 5, 105
- Murphy, J. M. (1995). Transient response of the Hadley Centre Coupled Ocean-Atmosphere Model to increasing carbon dioxide. Part I: control climate and flux adjustment. *Journal of Climate*, 8, 36-56
- Murphy, J. M. and Mitchell, J. F. B. (1995). Transient response of the Hadley Centre Coupled Ocean-Atmosphere Model to increasing carbon dioxide. Part II: spatial and temporal structure of response. *Journal of Climate*, 8, 57-80
- Naveen, R. (1997). *The Oceanites Site Guide to the Antarctic Peninsula*. Oceanites, Chevy Chase, Washington DC, United States
- Nordic Council of Ministers (1996). *The Nordic Arctic Environment—Unspoilt, Exploited, Polluted?* Nord, Copenhagen, Denmark (1996, 26)
- Oppenheimer, M. (1998). Global warming and the stability of the West Antarctic Ice Sheet. *Nature*, 393, 325-332
- Østrem, W. (1997). *The post-Cold War Arctic: Challenges and transition during the 1990's*. In Vidas, D. (ed.). *Arctic Development and Environmental Challenges: information needs for decision-making and international cooperation*, pp. 33-49. Scandinavian Seminar College, Gentofte, Denmark
- Østrem, W. (ed.), Griffiths, F., Vartanov, R., Roginko, A. and Kolosov, V. (1997). *National Security and International Environmental Cooperation in the Arctic—the Case of the Northern Sea Route*. INSROP Working Paper No. 83. International Northern Sea Route Programme, Oslo, Norway
- Parker, B. C., and Holliman, M. C. (eds., 1978). *Environmental Impact in Antarctica*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, United States
- Platt, J. F. and Ford, R. G. (1996). How many seabirds were killed by the Exxon Valdez oil spill? In Prebble, M. and Dingwall, M. (1997). *Guidelines and procedures for visitors to the Ross Sea Region*. Ministry of Foreign Affairs and Trade, Wellington, New Zealand
- Prebble, M. and Dingwall, M. (1997). *Guidelines and procedures for visitors to the Ross Sea Region*. Ministry of Foreign Affairs and Trade, Wellington, New Zealand

- Rott, H., Rack, W., Nagler, T. and Skvarca, P. (1998). Climatically induced retreat and collapse of northern Larsen Ice Shelf, Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*, 27, 86-92
- Rott, H., Skvarca, P. and Nagler, T. (1996). Rapid collapse of Northern Larsen Ice Shelf, Antarctica. *Science*, 271, 788-792
- Samson, P. (1997). *Thin Ice: International Environmental Cooperation in the Arctic*. Pacific Press, Wellington, New Zealand
- SCAR (1996a). *Albatross populations: status and threats*. SC-CAMLR-XV/BG/21. Paper tabled by the Scientific Committee for Antarctic Research at the XVth Meeting of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, Hobart, Tasmania, 16 October 1996
- SCAR (1996b). Report of the XXIV SCAR Delegates Meeting, Cambridge, United Kingdom, 12-16 August 1996
- SCAR (1998). Stations of SCAR nations operating in the Antarctic, Winter 1997. SCAR Bulletin 127 (1998) in *Polar Record*, 33, 361-374
- SCAR (1999). *Scientific Research in the Antarctic*, Information Paper 123, XXIII Antarctic Treaty Consultative Meeting, Lima, Peru
- Skvarca, P., Rack, W., Rott, H., and Ibarzábal y Donángelo, T. (1998). Evidence of recent climate warming on the eastern Antarctic Peninsula. *Annals of Glaciology*, 27, 628-632
- Государственный комитет по статистике (1995). *Численность населения*. Москва, Россия
- Stouffer, R. J., Manabe, S., Bryan, K. (1989). Interhemispheric asymmetry in climate response to a gradual increase in carbon dioxide. *Nature*, 342, 660
- Thomas, T. (1986). L'effectif des oiseaux nicheurs de l'archipel de Pointe Géologie (Terre Adélie) et son évolution au cours des trente dernières années. *L'Oiseau et la Revue Française D'Ornithologie*, 56, 349-368
- Tzeng, R. Y., Bromwich, D. H., Parish, T. R., Chen, B. (1994). NCAR CCM2 simulation of the modern Antarctic climate. *Journal of Geophysical Research*, 99, 23131-48
- Vaughan, D. G. and Doake, C. S. M. (1996). Recent atmospheric warming and retreat of ice shelves on the Antarctic Peninsula. *Nature*, 379, 328-331
- Vincent, W. F. (ed., 1996). *Environmental Management of a Cold Desert Ecosystem: the McMurdo Dry Valleys*. Desert Research Institute, University of Nevada, United States
- Ward, C. G. (1995). Mapping ice front changes of Muller Ice Shelf, Antarctic Peninsula. *Antarctic Science*, 7, 197-8
- White, W. B. and Peterson, R. G. (1996). An Antarctic circumpolar wave in surface pressure, wind, temperature and sea ice extent. *Nature*, 380, 699-702
- Winston, J. E. (1992). Systematics and marine conservation. In Eldredge, N. (ed.). *Systematics, Ecology and Biodiversity Crisis*. Columbia University Press, New York, United States
- WMO (1998). *Antarctic Ozone Bulletin*, various issues. WMO, Geneva, Switzerland. <http://www.wmo.ch/web/arep/ozobull.html>
- WMO and others (1994). *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994*. WMO, Geneva, Switzerland, Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 37
- WMO and others (1998). *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998*. WMO, Geneva, Switzerland, Global Ozone Research and Monitoring Project Report No. 44
- Woehler, E. J., Penney, R. L., Creet, S. M. and Burton, R. H. (1994). Impacts of human visitors on breeding success and long-term population trends in Adelie penguins at Casey, Antarctica. *Polar Biology*, 14, 269-274
- Worby, A. P., Massom, R. A., Allison, I., Lytle, V. I., Heil, P. (1997). East Antarctic sea ice: a review of its structure, properties and drift. *AGU Antarctic Research Series*
- WWF (1997). Linking Tourism and Conservation in the Arctic. *WWF Arctic Bulletin* No. 4.97, WWF Arctic Programme, Oslo, Norway, 1997