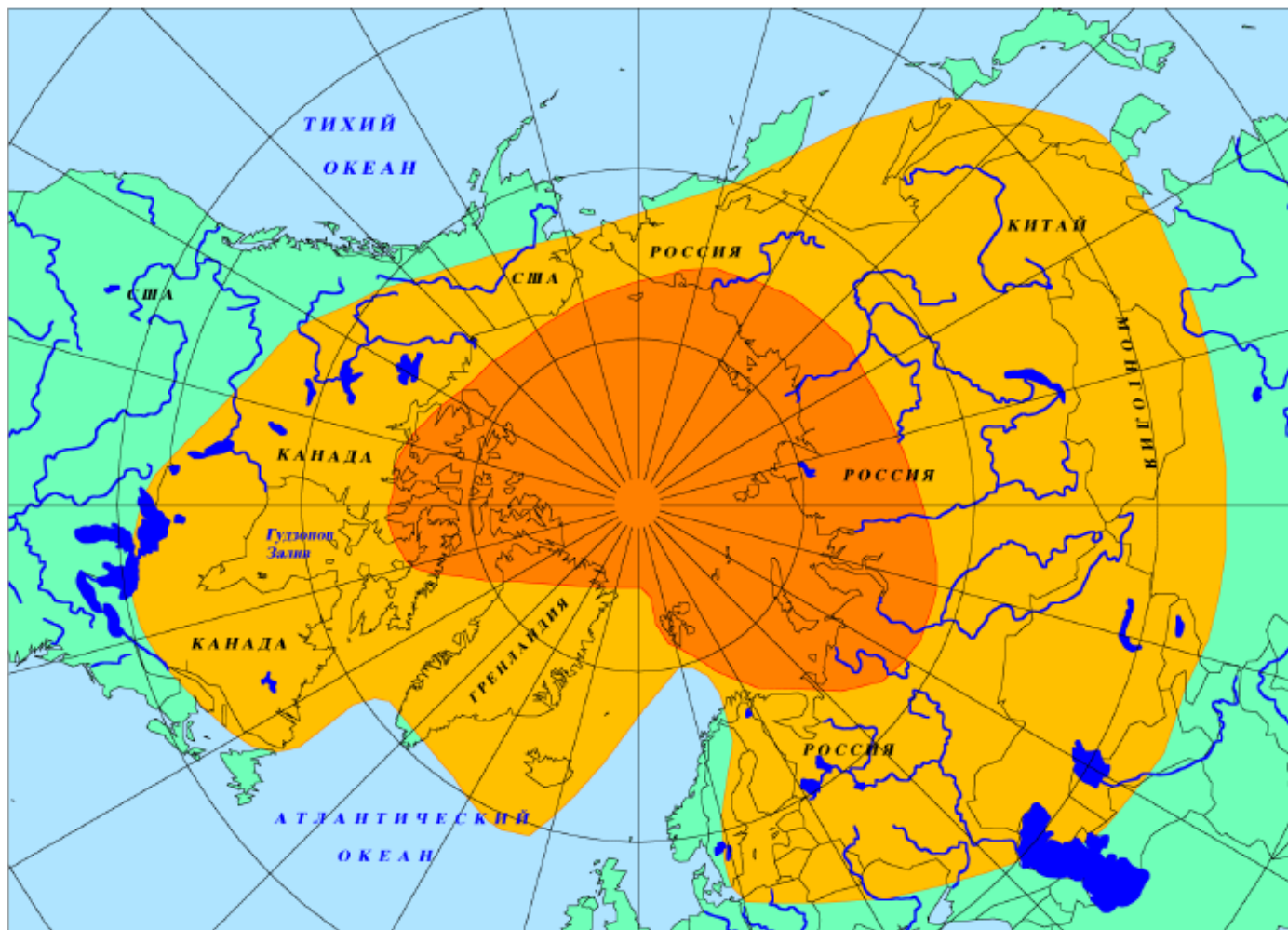


IV

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА



4.1 ПОЛОЖЕНИЕ АРКТИЧЕСКИХ ВОЗДУШНЫХ МАСС



 Зимние арктические воздушные массы  Летние арктические воздушные массы

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА

Арктическая дымка

Арктическая дымка - это смог, который заполняет Арктические воздушные массы, покрывая регион, равный по размеру Африке [Shaw, 1991]. Арктическая дымка наблюдается уже в течение десятилетий и характеризуется повышенными уровнями содержания в воздухе различных химических веществ (таких, например, как углерод, диоксид серы, сульфаты, тяжелые металлы и органические соединения хлора) и ухудшением видимости. Анализы показали, что источником загрязнения воздуха является промышленная деятельность на территории

Евразии [Barrie and Bottenheim, 1991; Shaw, 1991; Sturges, 1991; Cheng et al., 1993]. Большая часть промышленных объектов в Европе и арктической части России лежит непосредственно под основными атмосферными путями переноса, которые быстро переносят загрязнения со стороны Евразийской части Арктики к побережьям северной Америки. Сгорание угля и нефти, а также промышленная выплавка металлов являются основными источниками загрязнения воздуха.

Арктическая дымка достигает пика зимой и весной, когда атмосферная циркуляция значительно отличается от летней. Зимой арктические воздушные массы, ограниченные атмосферным полярным фронтом, распространяются далеко на юг в Азию и Северную

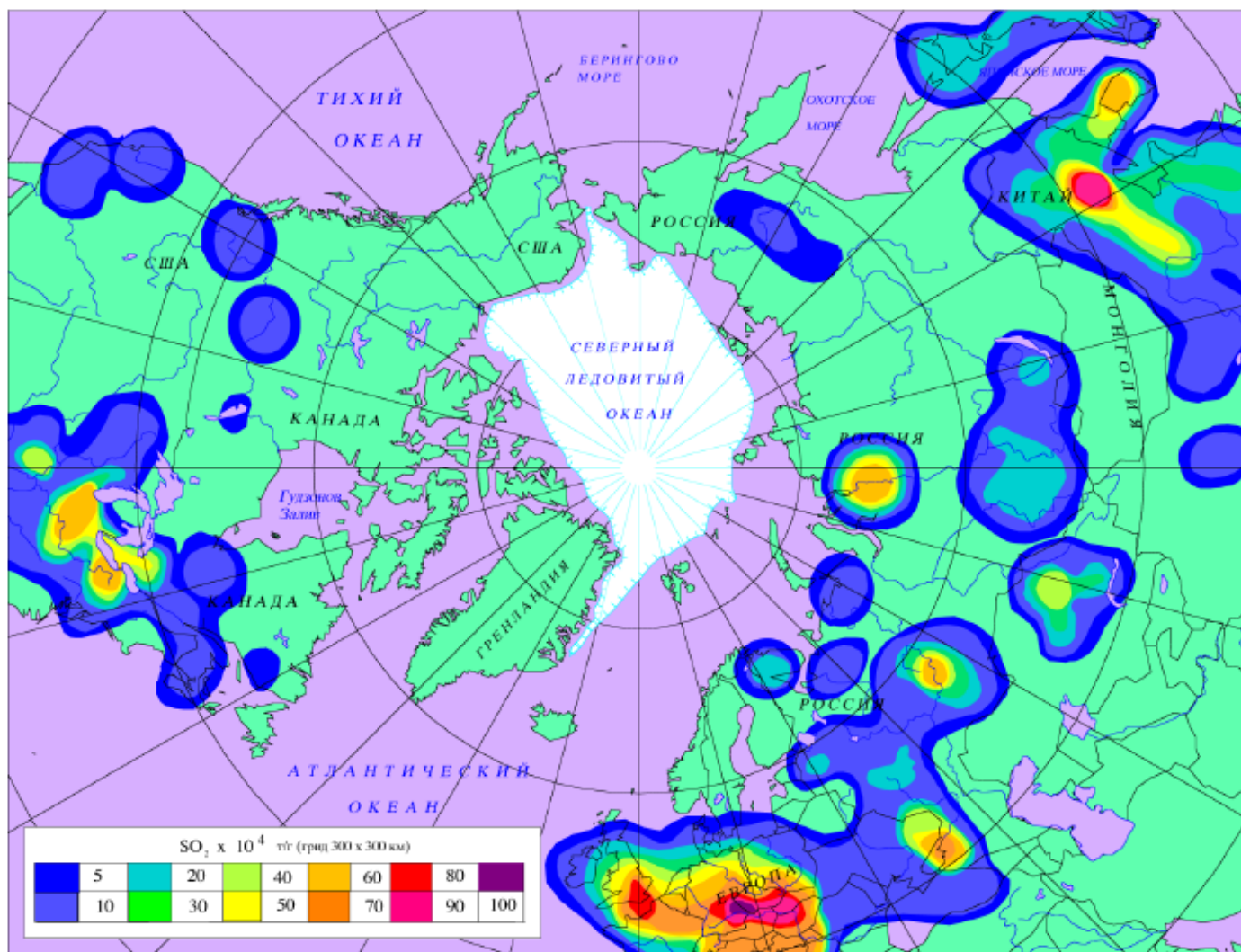
Америку, захватывая многие



Российский участник рейса НИС "Профессор Логачев" в Норвежско-Гренландский регион

4.2

ВЫБРОСЫ ДИОКСИДА СЕРЫ, 1986 Г.



промышленные районы [Raatz, 1991]. Воздух движется к северо-востоку от Евразии в центральную Арктику и затем над Северной Америкой или по направлению к Алеутским

островам. Воздушный поток из Сибири в северную Канаду, известный как Сибирский экспресс, переносит загрязняющие вещества через Северный полюс. В течение зимы

крайне низкие температуры и очень низкое количество осадков приводит к тому, что загрязняющие вещества остаются в арктических воздушных массах. Поздней весной и летом по мере повышения температуры воздушная масса распадается, и поллютанты с осадками (дождем и снегом) выпадают на поверхность морей и на окружающей суши.



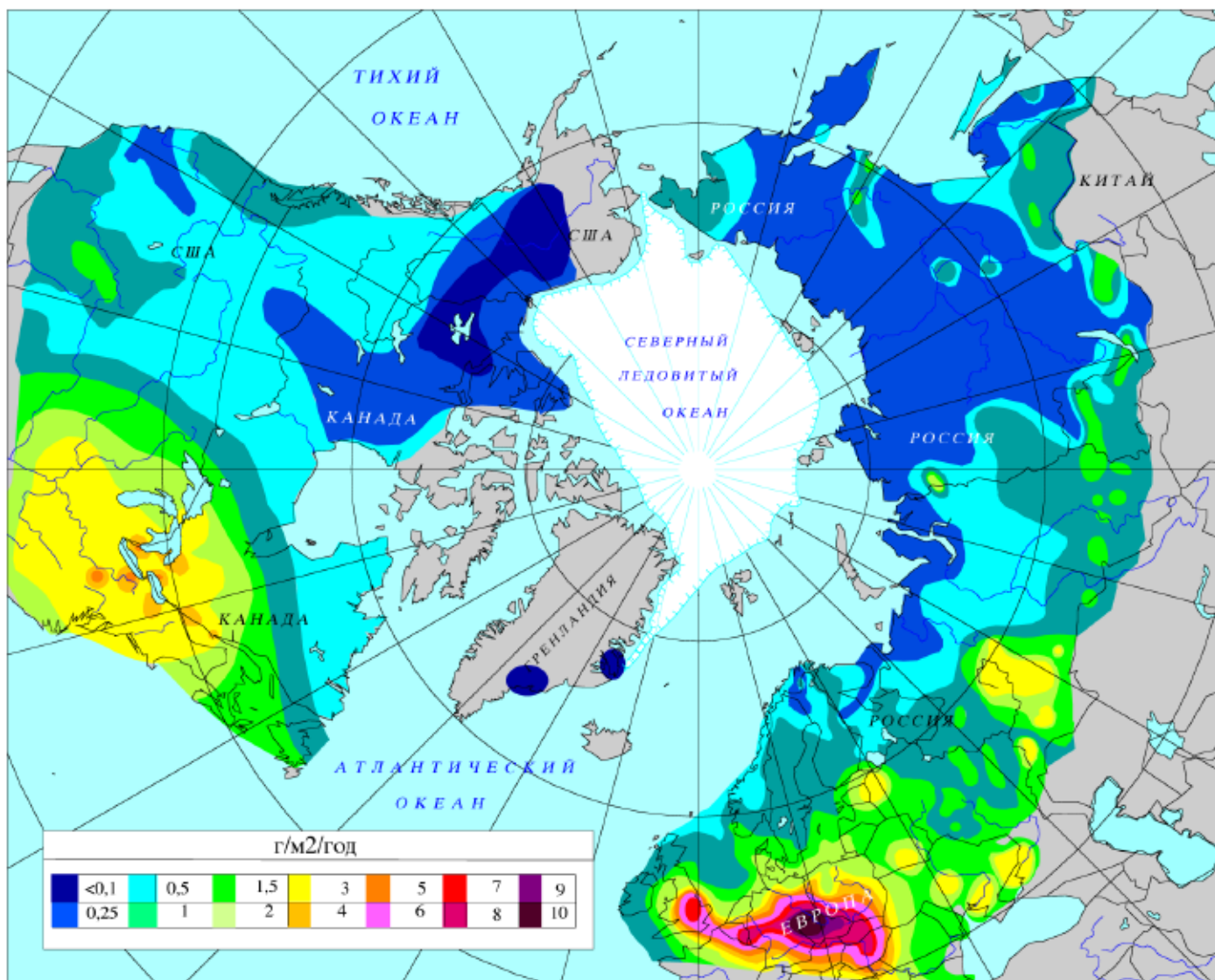
Геотермальная станция, Исландия

Диоксид серы и закисление

Диоксид серы (SO₂), который является основным компонентом взвешенных частиц, содержащихся в Арктической дымке, поступает в атмосферу в результате сгорания нефти и угля и выплавки металлов из руд, содержащих серу [Jaffe, 1991]. Он может связываться с атмосферными частицами и переноситься

4.3

НАКОПЛЕНИЕ СУЛЬФАТОВ, 1990-1992 ГГ.



ветрами на значительные расстояния. Когда SO_2 вступает в реакцию с водяными парами в атмосфере, а затем выпадает

в виде дождя на поверхность Земли, образуется кислотный дождь. Около 60% кислот, образующих кислотный дождь,

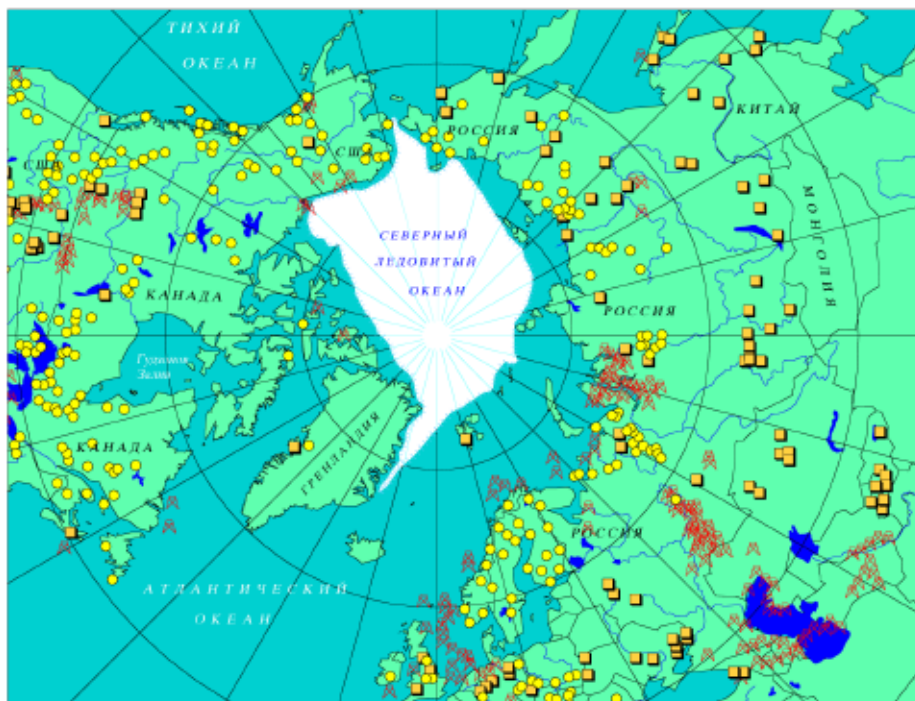
составляют сернистая и серная кислоты [Gardner and Gardner, 1994]. Кислотный дождь и снег могут приводить к гибели растений, окислять озера и водные потоки и способствовать поступлению в окружающую среду растворимых в кислоте металлов [Wellburn, 1994].

Промышленное развитие в Европе, Советском Союзе и Китае стало основным источником повышенной кислотности снежного покрова в Арктике начиная с 50-х г.г. [Barrie et al., 1985; Lackhart et al., 1992]. Промышленные выбросы SO_2 , например, достигли максимума в 70-х г., а затем уменьшились в результате контроля за выбросами, снизившегося потребления топлива и замедления темпов экономического роста [Wellburn, 1994]. Большая часть диоксида



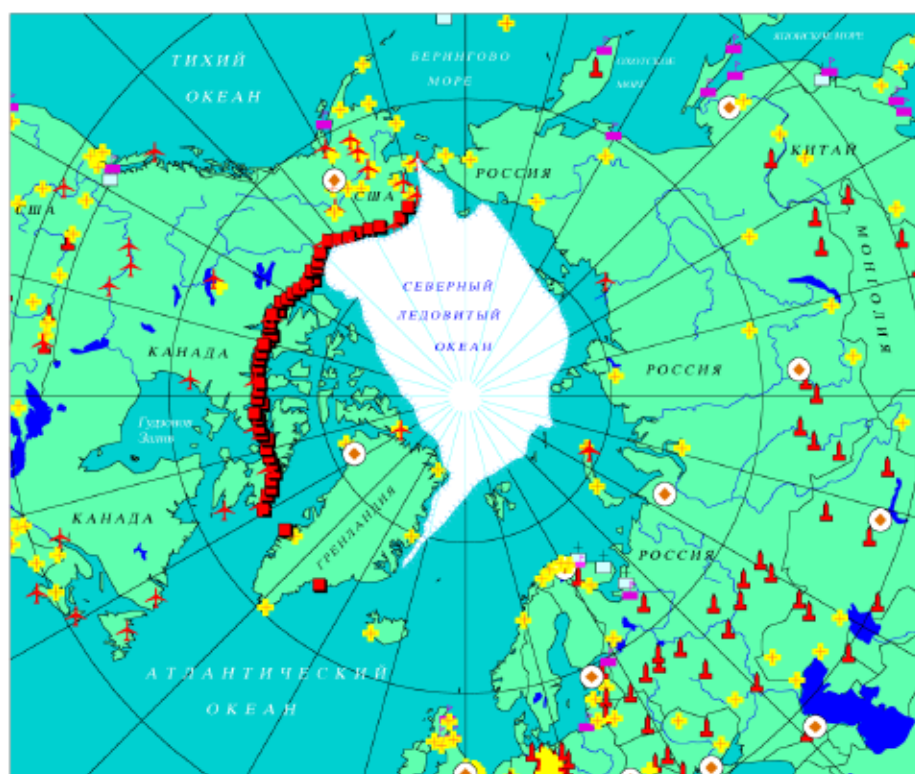
Закопченная скульптура, Краков, Польша

4.4 ИСТОЧНИКИ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА, ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ



Древний воин, резьба по дереву, Сибирь

4.5 ИЗВЕСТНЫЕ ВОЕННЫЕ БАЗЫ И СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ И В ПРОШЛОМ



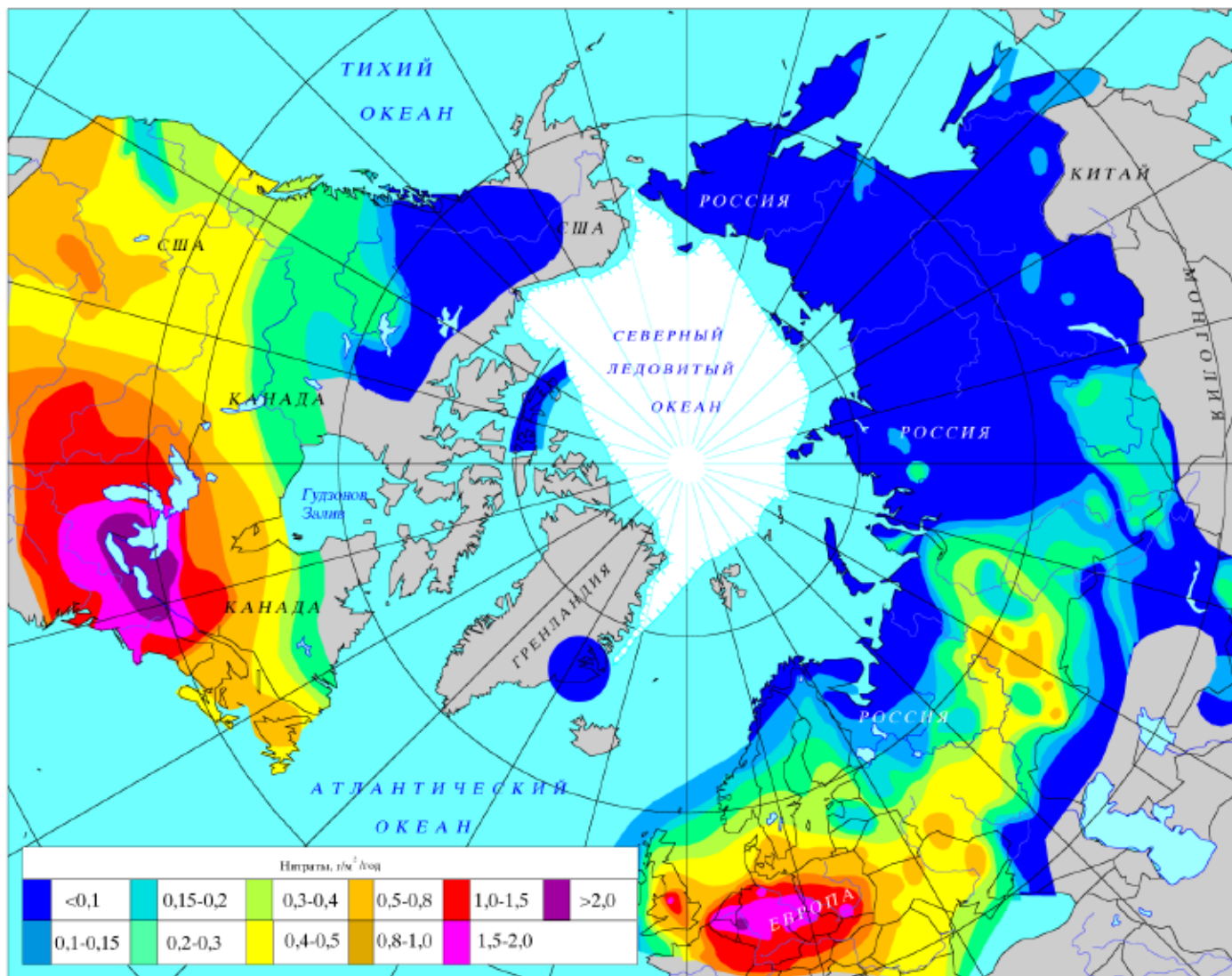
серы, достигающая Арктики, принесена издалека, однако значительные количества SO_2 также поступают в результате деятельности промышленных предприятий, расположенных в высоких широтах [Barrie, 1997]. В частности, Норильский металлургический комбинат в Сибири, где выбросы составляют 2 млн. тонн серы ежегодно [Surnin et al., 1997], и металлургические комбинаты в г.г. Никель, Заполярный и Мончегорск на Кольском полуострове значительно увеличивают поступление серы и различных металлов в окружающую среду [NORUT IT, 1998]. Другие предприятия, работающие на угле, такие как на Шпицбергене, в заливе Прадо на Аляске [Jaffe, 1991], и различные военные сооружения в приарктических районах могут также являться источником поступления серы в Арктику.

Влияния закисления на биоту и ландшафт

Диоксид серы может наносить вред растениям, повреждая хвою и листья. Критический уровень диоксида серы (т.е. минимальный уровень

4.6

НАКОПЛЕНИЕ НИТРАТОВ, 1987-1992 ГГ



потенциального воздействия) в воздухе в среднем за год составляет 20 мкг/м³ [Manninen and Huttunen, 1997]. Из-за

короткого сезона роста и ограниченного количества питательных веществ Арктическая экосистема является

более чувствительной, чем другие экосистемы [Jaffe, 1991]. Поэтому считается, что критический уровень для регионов с холодным климатом должен быть снижен до 15 мкг/м³ [Manninen and Huttunen, 1997].

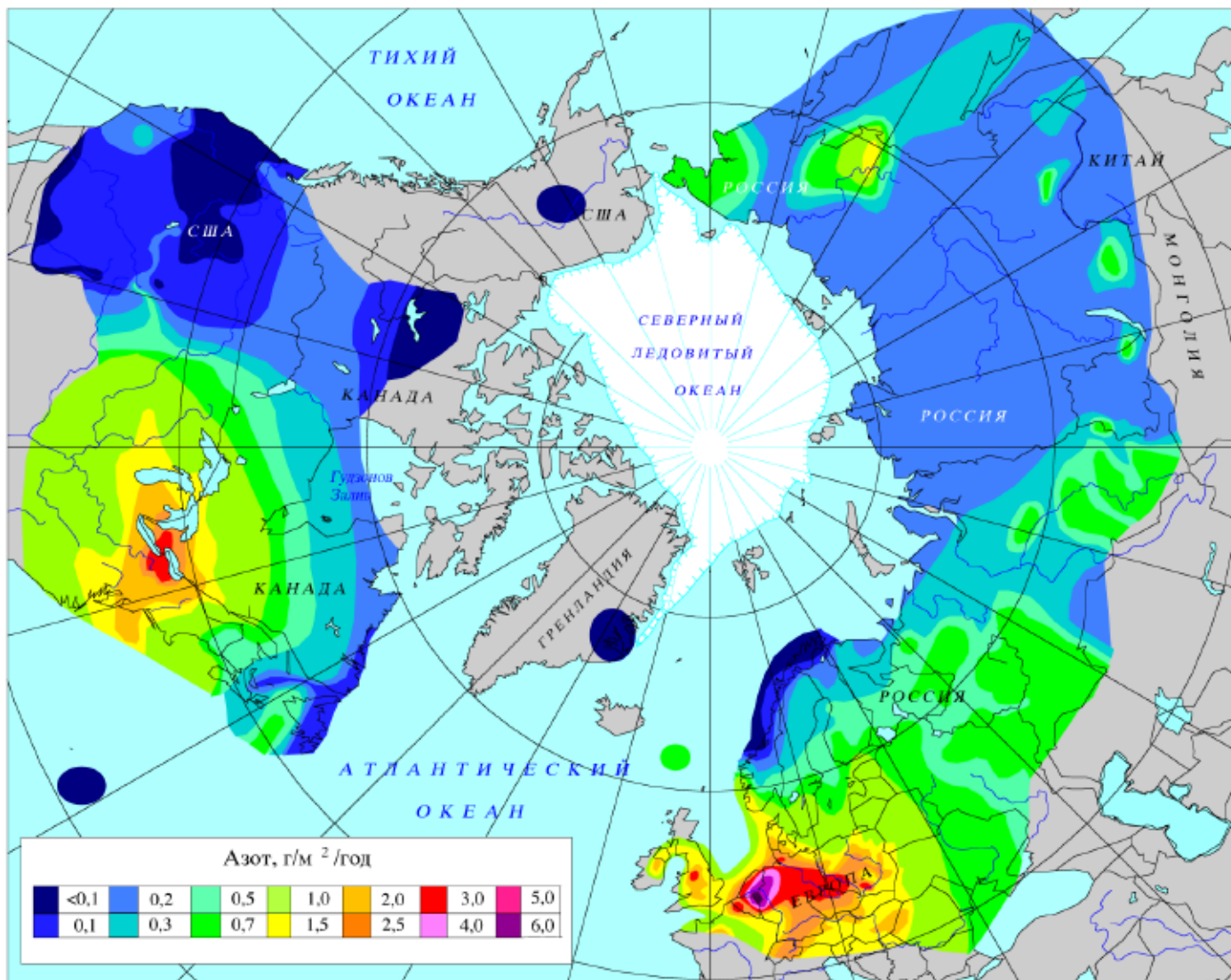
Критические уровни диоксида серы, наряду с другими загрязняющими веществами, на Кольском полуострове и близлежащих регионах обычно превышены. Анализ годовых колец деревьев в районе Мончегорского металлургического комбината в России показал, что рост сосны был замедлен и прекратился в течение 12 лет после открытия предприятия в 1939 году [Nojd and Reams, 1996]. Воздействию были подвергнуты леса общей площадью 3 430 км² на Кольском полуострове в России и были повреждены 1 270 км² лесов в



Исландская церковь

4.7

НАКОПЛЕНИЕ АЗОТА, 1989-1992 ГГ.



Норвегии [Koptsik and Koptsik, 1997]. Такая же поврежденная зона окружает Норильск [Surnin et al., 1997].

Донная фауна, фитопланктон и зоопланктон озер, водотоков, фьордов и прибрежных вод подвергаются воздействию закисления. В южной и центральной Финляндии в результате закисления исчезло от 1 000 до 2 000 озерных рыб, в основном плотвы (*Rutilus rutilus*), в то время как европейский окунь (*Perca fluviatilis*) пострадал значительно меньше из-за его толерантности к закисленным водам [Rask et al., 1995]. В пределах субарктической зоны Кольского п-ова, где критическая нагрузка серы в 48% поверхностных вод превышена, было обнаружено, что 3% озер закислены и 30% озер находятся в критическом состоянии

[Moiseenko, 1994].

Одним из наиболее серьезных последствий закисления является разрушение

лишайников [Timmervik et al., 1997]. Спутниковые данные по Кольскому полуострову демонстрируют сокращение



Одинокое поселение около Фэйрбэнкса, Аляска

4.8 НЕФТЯНЫЕ, ГАЗОВЫЕ И ОСАДОЧНЫЕ БАССЕЙНЫ



покрова лишайников на 85% за период с 1973 по 1988 г. [NORUT IT, 1998]. Лишайник имеет особое значение, т.к. он обеспечивает кормом карибу/северных оленей, которые являются источником пищи для многих коренных жителей, населяющих эти регионы

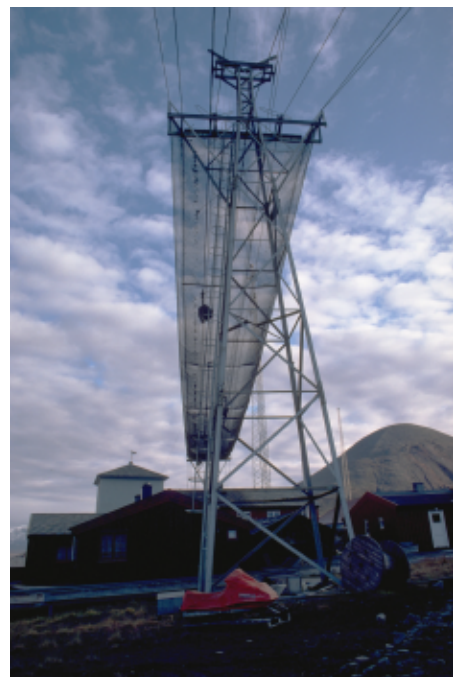
Арктики.

Результат отложения азота вызывает меньшую озабоченность по сравнению с отложением серы, т.к. его эмиссии значительно ниже, но, в отличие от серы, значительного уменьшения уровней оксидов азота в будущем не

прогнозируется [Woodin et al., 1997]. Фоновые значения концентраций оксидов азота в высоких широтах являются результатом сжигания ископаемого топлива [Barrie and Bottenheim, 1991]. Даже небольшое увеличение эмиссии азота в Арктике может

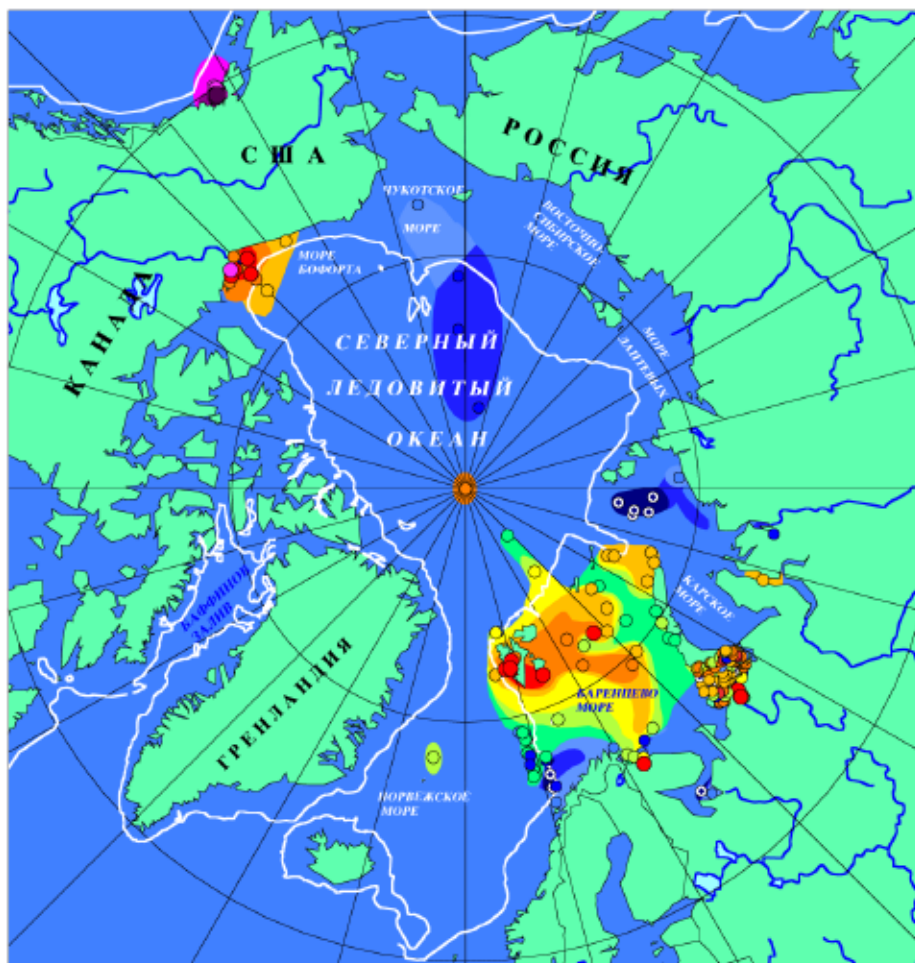


Угольные пласты, Шпицберген



Сети для транспортировки угля

4.9 ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (ПАУ) В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ



Сечение изобат - 500 м



Строящаяся буровая платформа

существенно повлиять на биоту, поскольку экосистемы здесь являются особенно чувствительными [Woodin et al., 1997].

В настоящее время реки и озера в Норвегии, Финляндии, Швеции и на северо-западе России существенно закислены



Побережье Шпицбергена

[Moiseenko, 1994]. К северу от Печенги вдоль побережья Баренцева моря состояние озер является критическим. Обстановка в арктической зоне Северной Америки значительно более благоприятная: озера в Канаде и залив Прадо на Аляске не закислены [АМАР, 1997].

Полициклические ароматические углеводороды

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) - класс соединений, являющийся важным для окружающей среды, - были обнаружены в некоторых регионах Аляски. Они образовались в результате неполного сжигания древесины и ископаемого топлива и связаны с добычей нефти. ПАУ, особенно те, которые были найдены в сырой и очищенной нефти, вызывают особое беспокойство, поскольку, даже будучи в малых дозах, они могут стать причиной мутаций и раковых заболеваний [Barrie et al., 1997]. Самые значительные поступления ПАУ в морские и пресноводные среды происходят в результате аварийного разлива нефти, обычно в промышленных или грузовых портах. ПАУ могут разрушаться животными, включая рыб, и по-видимому, не претерпевают биомагнификации в пищевых цепях [АМАР, 1997].