

Печатается по постановлению
Президиума Кольского научного центра Российской академии наук

УДК 574.4

**Современные экологические проблемы Севера
(к 100-летию со дня рождения О.И.Семенова-Тян-Шанского)**
Материалы международной конференции
Часть 1.

- Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2006. - 261 с.

Международная конференция "Современные экологические проблемы севера" посвящена памяти отечественного биолога, одного из пионеров природоохранного направления исследований - Олега Измайловича Семенова-Тян-Шанского. Сборник содержит 255 тезисов докладов, в которых обобщены результаты исследований природных сред Кольского Севера, методология и конкретные технологические разработки по их восстановлению. Также представлены материалы исследований по экологическому состоянию Арктических морей, анализируется значимость биосферных заповедников в сохранении биоразнообразия северных экосистем.

Международный аспект конференции представлен материалами по оценке состояния окружающей природной среды в приграничных районах между Финляндией, Норвегией и Россией.

Ответственные редакторы

доктор биол. наук, проф. **Г.А.Евдокимова**
канд. биол. наук **Вандыш О.И.**

© Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, 2006
© Кольский научный центр Российской Академии наук, 2006

АЭРОЗОЛИ В ПРИРОДНЫХ ПЛАНШЕТАХ АРКТИКИ

¹Шевченко В.П., ¹Лисицын А.П., ²Бобров В.А., ¹Новигатский А.Н., ¹Филиппов А.С.,
⁴Романенко Ф.А., ¹Гордеев В.В., ¹Демина Л.Л., ³Алиев Р.А., ^{1,4}Горюнова Н.В.,
⁵Саввичев А.С., ^{6,7}Высочанская А.А., ^{6,7}Зезина Е.А., ¹Новичкова Е.А., ⁴Олюнина О.С.

¹Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН

117997, Москва, Нахимовский просп., 36

vshevch@geo.sio.rssi.ru

²Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН

630090, Новосибирск, просп. ак. Коптюгина, 3

³Научно-исследовательский институт ядерной физики им.Д.В.Скобелева

Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова

Москва

⁴Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

Географический факультет

119992, Москва, Ленинские горы, МГУ

⁵Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН

117312, Москва, Проспект 60-летия Октября, 7, корп.2

⁶Лицей № 1553 "Лицей на Донской"

Москва

⁷Дом научно-технического творчества молодежи МГДД(Ю)Т

Москва

Аэрозоли Арктики изучены крайне слабо. Между тем, сравнительно с другими климатическими поясами, здесь существуют особые условия, определяющие количество, свойства и состав аэрозольного материала (Лисицын, 1978; Lisitzin, 2002). Прежде всего это положение в высоких широтах - в области глобальной дивергенции в ячейках вертикальной циркуляции. Здесь происходит выход аэрозольного материала стратосферы (максимум содержания на высотах около 20 км), его смешение с материалом тропосферы и опускание в приземные слои с развитой облачностью, откуда этот материал осаждается. Зимой в Арктике поверхность суши скрыта слоем снега, а поверхность моря, обычно поставляющая в атмосферу значительные количества морских солей, покрыта льдами. Влияние локальных и региональных источников аэрозольного материала (и континентальных, и морских) таким образом на долгое время исключается. Имеются данные о том, что золотой материал, выпадающий из атмосферы, является в условиях Арктики главным источником биогенных элементов, а также железа и ряда металлов, важных для развития жизни. Большой интерес представляет также изучение разнообразных антропогенных загрязняющих веществ, поступающих в Арктику из удаленных индустриальных центров.

Наряду с изучением распределения и состава аэрозолей Арктики важное значение имеет исследование вещества, поступившего из атмосферы на поверхность Северного Ледовитого океана, его морей и прилегающей суши. Для этого необходимо изучать распределение и состав вещества, накапливающегося в природных планшетах (снежный покров, лишайники, мхи, торфяные отложения верховых болот). В Сибири такие исследования проводятся с 1964 г. (Бояркина и др., 1993; Гавшин и др., 2003). Наиболее активно аэрозоли в природных планшетах Кольского п-ова и прилегающих районов Финляндии и Норвегии изучаются с 90-х годов

XX века учеными России и ряда других стран (Евсеев, Красовская, 1996; Barcan, Sylina, 1996; Caritat et al., 1998; Reimann et al., 1998).

Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором состояния экосистемы (Mullen et al., 1972; Бояркина и др., 1993; Lisitzin, 2002). Снег вымывает из атмосферы твердые (аэрозоли) и растворенные вещества (влага и все виды загрязнений). В отличие от дождя, который уходит в почву или стекает с поверхности льдов, снег сохраняется на поверхности почвы и дрейфующих льдов и таким образом фиксирует все атмосферные выпадения за снежный период года - в Арктике для большей части года. В Арктике при отборе всей толщи накопившегося снега (с первого снегопада и до времени отбора) с поверхности льда можно определить скорость его накопления на единицу поверхности, т.е. поток аэрозольного и растворенного золотого материала, и таким образом получить надежную количественную и качественную характеристику поступления золотого материала на поверхность моря. Снег на поверхности льдов в море - это гигантская ловушка аэрозольного и растворенного вещества для зимнего сезона (в Арктике основного по продолжительности).

Начиная с 1994 г. исследования состава снега нами были проведены в Центральной Арктике, в Баренцевом и Белом морях, в устье р.Северная Двина, Кенозерском Национальном парке (Архангельская область) (Гордеев, Лисицын, 2005; Шевченко, 2006). После растапливания снега при комнатной температуре талая вода фильтруется параллельно через ядерные фильтры с диаметром пор 0.45 мкм и стекловолокнистые фильтры GF/F (Whatman). Пробы лишайников и мхов были отобраны на Земле Франца-Иосифа, Новой Земле, о.Вайгач, о.Долгий, на Кольском п-ове, на севере Карелии, в различных районах Архангельской области. Содержание химических элементов в торфяниках было изучено нами на севере Карелии и в окрестностях Архангельска.

Элементный состав собранного материала был изучен методами атомно-абсорбционной спектрофотометрии, инструментального нейтронно-активационного анализа. Состав нерастворимых частиц из снежного покрова, собранных при фильтрации на ядерные фильтры, изучался под сканирующим электронным микроскопом. Была определена активность ^{137}Cs в торфе. Более подробно методы исследований изложены в публикациях (Гордеев, Лисицын, 2005; Сапожников и др., 2006; Шевченко, 2006).

Обобщены результаты исследований распределения и состава нерастворимых частиц в снеге Арктики, выполненных авторами в 1994-2005 гг., и литературные данные. Показано, что фоновое содержание нерастворимых частиц размером >0.45 мкм в снеге Арктики по нашим данным находится в пределах 0.2-3 мг/л, что значительно выше, чем концентрация взвеси в морской воде. Осадочный материал в свежеснегавшем снеге представлен в основном минеральными и биогенными частицами (споры, пыльца, волокна, диатомовые водоросли) пелитовой и алевритовой размерности. В большинстве проб в небольшом количестве обнаружены сажа, гладкие сферы сгорания диаметром 0.5-5 мкм, поступающие в атмосферу с выбросами металлургических, горнодобывающих комбинатов, тепловых электростанций, ТЭЦ. Балансные подсчеты, полученные на основе наших данных, показывают, что вклад аэрозолей в формирование осадочного материала в Арктике близок к вкладу речного осадочного вещества - за пределами маргинальных фильтров рек. В целом для Северного Ледовитого океана (пелагиаль) вклад аэрозолей в осадкообразование составляет примерно 10% (Шевченко, 2006).

При оценке роли атмосферного переноса тяжелых металлов важным индикатором является элементный состав лишайников и мхов. Лишайники, являющиеся симбиозом водоросли и гриба, получают необходимую влагу, биогенные вещества и микроэлементы преимущественно из атмосферы; они обладают большой площадью поверхности, что делает их естественными биосорбентами (Бязров, 2002). Мхи имеют смешанное почвенное и атмосферное питание. Поэтому элементный состав лишайников и мхов может показать степень интегрального накопления тяжелых металлов в экосистеме в результате атмосферного переноса (Бязров, 2002; Тарханов и др., 2004).

Результаты исследований на о.Вайгач показали, что содержания тяжелых элементов в лишайниках там находится на фоновом уровне, и наши данные могут быть использованы в дальнейшем для мониторинга этого региона при будущей разработке нефтегазовых месторождений Печорского моря и ЮЗ части Карского моря (Шевченко и др., 2004). Наиболее высокое содержание Cu, Ni и ряда других тяжелых по литературным (Евсеев, Красовская, 1996; Reimann et al., 1998 и др.) и нашим данным отмечены близ медно-никелевых комбинатов Кольского полуострова и Норильского района.

Активность ^{137}Cs в поверхностном слое торфа (0-5 см) в болотах на полуострове Киндо в окрестностях биостанции Московского государственного университета (Северная Карелия) близка к 10 Бк/кг. Это очень низкие значения, характерные для фоновых районов (Киселев и др., 2005). Содержания железа в верхнем слое сфагнового торфяников на севере Карелии (наши данные) примерно в 7 раз ниже, чем в торфянике Томской области (Гавшин и др., 2003). Содержание хрома в карельском торфянике примерно в 2 раза ниже, чем в Западной Сибири. Содержание Cd и Pb в наших пробах в несколько раз ниже, чем в Томской области, поэтому в отношении этих элементов можно считать север Карелии чистым фоновым районом, а содержание меди и никеля в 2-3 раза выше, чем в торфяниках Томской области. Одной из возможных причин более высокого содержания меди и никеля в изученном нами верховом болоте является антропогенное загрязнение за счет аэрозолей, переносимых из района городов Мончегорск и Никель (Кольский полуостров).

Активность ^{137}Cs в поверхностном слое торфа верхового болота в 30 км к югу от Архангельска составляет 125 Бк/кг, с глубиной она уменьшается и на горизонте 22 см составляет 12.5 Бк/кг. Содержания тяжелых металлов в торфе здесь находятся на фоновом уровне.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований № 17 Президиума РАН, Отделения наук о Земле РАН (проект "Наночастицы во внешних и внутренних сферах Земли"), гранта поддержки ведущих научных школ НШ-2236.2006.5, грантов РФФИ 05-05-65159 и 06-05-64815.

ЛИТЕРАТУРА

Бояркина А.П., Байковский В.В., Васильев Н.В. и др. Аэрозоли в природных планшетах Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1993. 157 с.

Бязров Л.Г. Лишайники в экологическом мониторинге. М.: Научный мир, 2002. 336 с.

Гавшин В.М., Сухоруков Ф.В., Будашкина В.В., Мельгунов М.С., Бобров В.А. Свидетельства фракционирования химических элементов в атмосфере Западной Сибири по данным исследования верхового торфяника // *Геохимия*. 2003. № 12. С. 1337-1344.

Гордеев В.В., Лисицын А.П. Тяжелые металлы в снежном и ледовом покрове Баренцева моря // *Океанология*. 2005. Т. 45. № 5. С. 777-784.

Евсеев А.В., Красовская Т.М. Эколого-географические особенности природной среды районов крайнего Севера России. Смоленск: Изд-во СГУ, 1996. 232 с.

Киселев Г.П., Крячюнас В.В., Киселева И.М. и др. Природная радиоактивность территории Европейского Севера и ее антропогенные изменения // *Геоэкология*. 2005. № 3. С. 205-218.

Лисицын А.П. Процессы океанской седиментации. Литология и геохимия. М.: Наука, 1978. 392 с.

Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 286 с.

Тарханов С.Н., Прожерина Н.А., Коновалов В.Н. Лесные экосистемы бассейна Северной Двины в условиях атмосферного загрязнения: диагностика состояния. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2004. 333 с.

Шевченко В.П. Влияние аэрозолей на среду и морское осадконакопление в Арктике. М.: Наука, 2006 (в печати).

Шевченко В.П., Политова Н.В., Айбулатов Н.А. Элементный состав мхов и лишайников о-ва Вайгач как индикатор выпадения вещества из атмосферы // *Арктика и Антарктика*. М.: Наука, 2004. Вып. 3 (37). С. 228-238.

Barcan V., Sylina A. The appraisal of snow sampling for environmental pollution valuation // *Water, Air, and Soil Pollution*. 1996. V. 89. P. 49-65.

Caritat P. de, Åyräs M., Niskavaara H. et al. Snow composition in eight catchments in the Central Barents Euro-Arctic region // *Atmos. Environ.* 1998. V. 32. № 14/15. P. 2609-2626.

Lisitzin A.P. Sea-ice and Iceberg Sedimentation in the Ocean: Recent and Past. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. 563 p.

Mullen R.E., Darby D.A., Clark D.L. Significance of atmospheric dust and ice rafting for Arctic Ocean sediment // *Geol. Soc. America Bull.* 1972. V. 83. P. 205-212.

Reimann C., Åyräs M., Chekushin V. et al. Environmental Geochemical Atlas of the Central Barents Region. NGU-GTK-CKE special publication. Trondheim: Grytting AS, 1998. 745 p.