

УДК 551.510.42

Т.В. Ходжер, В.Л. Потемкин, Л.П. Голобокова, В.А. Оболкин, О.Г. Нецветаева

## СТАНЦИЯ «МОНДЫ» КАК ФОНОВАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЕ ПРИБАЙКАЛЬЯ

Рассматривается элементный состав в аэрозолях на основе экспериментальных данных за 1993–1996 гг. по станциям мониторинга Байкальского региона.

По результатам наблюдений установлено, что станция «Монды» (хребет Хамар-Дабан, 2000 м над уровнем моря) представляет «фоновый континентальный аэрозоль», в основе которого в течение всех сезонов не отмечено влияния региональных или локальных антропогенных источников.

### 1. Введение

За последние несколько лет получено много новых сведений о химическом составе атмосферных аэрозолей в Байкальском регионе. В частности, в мониторинговом режиме ведется сезонный отбор проб аэрозолей на нескольких станциях наблюдений в Прибайкалье [1–3]. Их местоположение выбиралось так, чтобы они характеризовали, по возможности, различные природные условия, глобальный или региональный фон, а также антропогенное влияние на состав аэрозолей. Анализ отобранных образцов проводится различными методами в нескольких российских и зарубежных научных учреждениях с тем, чтобы получить возможно более разнообразные данные о составе аэрозолей. В качестве фоновой станции для исследования химических характеристик аэрозолей Байкальского региона была выбрана станция «Монды».

«Монды» – астрономическая обсерватория Института солнечно-земной физики, расположена на одной из плоских вершин хребта Хамар-Дабан. Станция снабжается промышленным электричеством, поэтому каких-либо существенных собственных источников загрязнения атмосферы не имеет. Ближайшие населенные пункты – в нескольких десятках километров от станции, от крупных промышленных центров (Иркутск, Байкальск) станция удалена более чем на 300 км и закрыта хребтами Хамар-Дабан и Восточным Саяном.

Дополнительно отбор проводился на ст. «Иркутск» (территория Лимнологического института), пос. Листвянка (исток р. Ангары), «Телескоп» (площадка солнечной обсерватории вблизи пос. Листвянка, расположенная на высоте 300 м над уровнем озера), «Танхой» (восточный берег оз. Байкал, территория заповедника в 2 км от берега).

По средним многолетним данным над этим районом в холодный период года направления воздушных масс определяются азиатским антициклоном, поэтому преобладают переносы воздушных масс из западного сектора. В теплый период года западный

перенос продолжает преобладать, но значительно возрастает вероятность выносов терригенного материала из степных районов Западной Монголии.

### 2. Методы анализа

Для анализа ионного и элементного состава аэрозолей отбирались суточные или двухсуточные пробы на фильтры «Whatman-41» вакуумными насосами со скоростью прокачки 35–40 л/мин. Для анализа индивидуальных частиц объем прокачки составлял 2 ч. Растворимая фракция аэрозолей после экстракции с фильтра бидистиллированной водой анализировалась на анионы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (хроматограф «Милихром А-02»), на катионы – атомно-абсорбционным методом (прибор ААС-30). Погрешность обоих методов не превышает 8 %. Элементный анализ производился методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА-СИ) в Институте ядерной физики (Новосибирск) и нейтронно-активационным методом (ИНАА, США). Анализ индивидуальных аэрозольных частиц проводился методом электронного микронзонда (ЕРХМА) в Антверпенском университете (Бельгия) [4]. Материалом для работы послужили пробы аэрозолей, отобранные по сезонам за период 1993–1996 гг. Всего проанализировано около 250 проб, что, как представляется, достаточно для определения статуса станции.

### 3. Обсуждение результатов

В предыдущей работе [3] обсуждались межсуточная и сезонная изменчивости концентрации основных ионов на станции «Монды» в сравнении с другими байкальскими станциями как в теплое, так и холодное время года за 1995/96 г. Показано, что общая суммарная концентрации ионов на этой станции в летнем сезоне выше, чем зимой, в отличие от других станций, где это соотношение обратное – суммарная концентрация ионов зимой значительно выше, чем летом. Причиной столь резких различий в

сезонном ходе концентрации элементов в аэрозолях между станцией «Монды» и другими станциями могут быть следующие два фактора: ослабление генерации почвенных аэрозолей зимой за счет снежного покрова и ухудшение условий для рассеяния примесей от антропогенных источников (из-за преобладания инверсионной стратификации атмосферы в этом сезоне), что ведет к росту концентраций загрязнений вблизи источников и соответственно к уменьшению их вклада в региональный фон. Поэтому понижение концентрации элементов в зимнем сезоне на станции «Монды» является свидетельством того, что выбросы от региональных антропогенных источников не достигают этой станции и она отражает глобальный аэрозольный фон.

Похожая картина наблюдается и в распределении многоэлементного состава аэрозолей. Из рис. 1 видно, что концентрации главных элементов в аэрозолях, таких как железо, кальций, а также тяжелых металлов и редкоземельных микроэлементов, имеют наименьшие значения и сравнимы с величинами,

определяемыми для фоновых районов арктического побережья Сибири [5].

По результатам ИНАА можно сделать следующие выводы о сезонной динамике многоэлементного состава аэрозолей. В зимний период преобладающими элементами в аэрозоле ст. «Монды» являются алюминий, кальций, натрий и хлор. Из микроэлементов преобладают хром, ванадий. Содержание остальных элементов не превышает 1 % или находится на пределе обнаружения метода.

Летом картина распределения многоэлементного состава аэрозолей на ст. «Монды» более пестрая. Возрастает доля элементов почвенного происхождения (Al, Ca, Fe, Ti). Содержание Na и Cl падает в 2 раза. По микроэлементам добавляются марганец и цинк, которые, вероятно, связаны с растительностью. Анализ индивидуальных аэрозольных частиц показал, что формирование аэрозоля в районе ст. «Монды» существенно отличается от происхождения индивидуальных частиц, собранных над оз. Байкал (рис. 2).

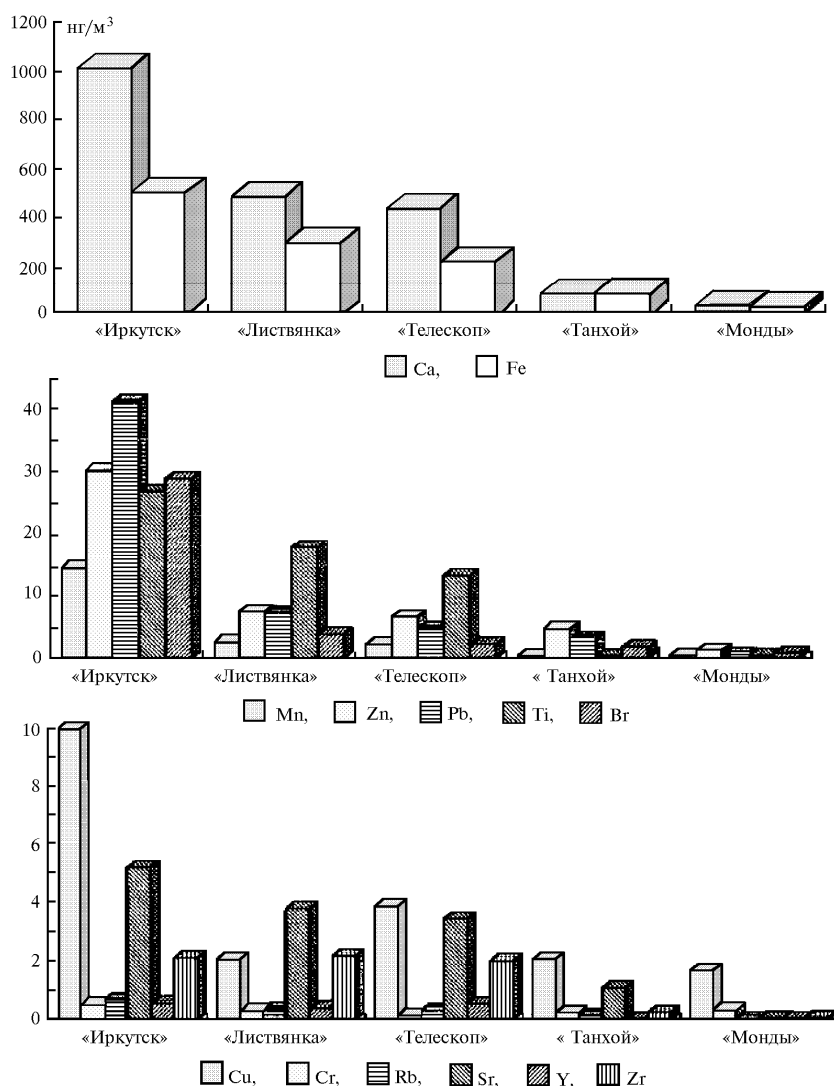


Рис. 1. Элементный состав аэрозолей по данным 1995 г.

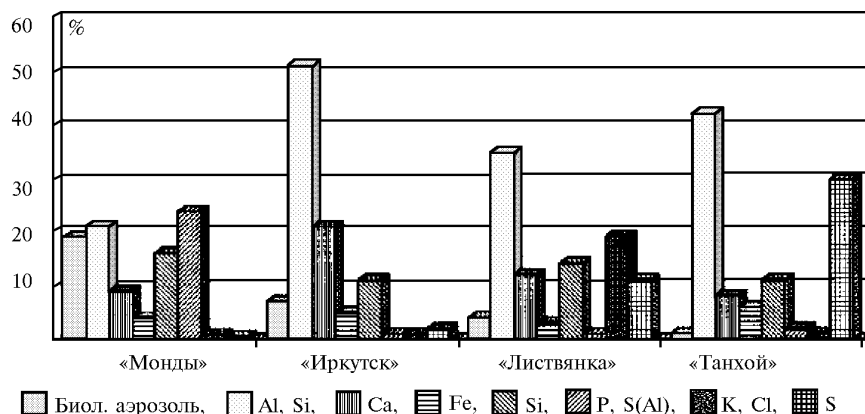


Рис. 2. Среднее процентное содержание различных типов индивидуальных частиц в аэрозоле байкальских проб

На станции «Монды» высока доля частиц, которые не идентифицируются в других районах Байкальского региона. Эта группа фосфор-сероалюминийобогатенных частиц (около 25 %), происхождение которых, очевидно, органическое. На остальных станциях эти частицы не превышают 3 % общей массы. На втором месте (20 %) находится группа алюмосиликатных частиц. Это частицы почвенного происхождения, и они устойчиво определяются на других станциях в больших количествах (до 50 %). Также на ст. «Монды» обнаружена большая группа частиц биологической природы: пыльца растений, остатки насекомых и другие биологические включения. На других байкальских станциях эта группа менее представительна. На четвертом месте стоят кремнийобогатенные частицы, причем под микроскопом они имеют неправильную форму. В районе Южного Байкала процентное содержание группы кварцевых частиц также велико, но под микроскопом они видны как окатанные шарики. На станции «Монды» источником кварцевых частиц, особенно в летнее время, могут быть степные районы Прихубсугулья (Западная Монголия). Далее идут гипсовые частицы, главным образом природного происхождения. И наконец, группа частиц железообогатенных. В районе ст. «Монды» она небольшая и составляет около 5 %. Здесь она связана с почвенными процессами.

Лимнологический институт СО РАН,  
Иркутск

#### 4. Заключение

Исследования химического состава аэрозоля на станции «Монды» в 1993–1996 гг. показали, что она в наибольшей степени отражает фоновый континентальный аэрозоль, в составе которого в течение всего года не наблюдается влияния региональных или локальных антропогенных источников.

Первые комплексные работы по изучению переноса примесей на фоновой станции «Монды» должны быть расширены исследованиями газовых компонентов и атмосферных осадков.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке ИНТАС (грант 93-01-82) и РФФИ (грант 97-05-96376).

1. Оболкин В.А., Потемкин В.Л., Ходжер Т.В. // География и природные ресурсы. 1994. N 4. С. 75–81.
2. Koutsenogii P., Bufetov N., Drozdova V., Golobokova L., Khodzer T., Koutsenogii K., Makarov V., Obolkin V. and Potemkin V. // Atmospheric Environment. 1993. V. 27A. N 11. P. 1629–1633.
3. Ходжер Т., Голобокова Л., Оболкин В., Потемкин В., Нецветова О. // Оптика атмосферы и океана. 1997. V. 10. N 6. С. 650–655.
4. Van Malderen H., Van Grieken R., Bufetov N., Koutsenogii K. // Envir. Sci. Technol. 1995. V. 30. N 1. P. 312–321.
5. Виноградова А.А. // Изв. РАН. Сер. ФАО. 1993. Т. 29. N 4. С. 437–456.

Поступила в редакцию  
4 февраля 1998 г.

#### *T.V. Khodzher, V.L. Potemkin, L.P. Golobokova, V.A. Obolkin, O.G. Netsvetaeva. The Station «Mondy» as Background Station for Investigation of the Pollution Transport in Lower Atmosphere of the Baikal Region.*

The elemental composition of aerosols is examined based on experimental data obtained from stations of the Baikal region monitoring in 1993–1996.

It is found that the station «Mondy» (East Sajan, 2000 m over sea level) represents «background continental aerosol», the composition of which is not affected by regional or local anthropogenic sources during the year.