

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОДЕРЖАНИЯ МАЛЫХ ГАЗОВЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ В АТМОСФЕРЕ АНТАРКТИКИ (СТ. НОВОЛАЗАРЕВСКАЯ)

Ф.В.КАШИН (НПО «ТАЙФУН»)

Наблюдаемые изменения газового состава земной атмосферы обуславливают необходимость проведения комплексных исследований их причин - вызваны ли они естественными факторами или являются следствием антропогенного воздействия. Организация такого рода исследований в Антарктиде определяется особенностью ее географического положения: антарктическая атмосфера в наименьшей сте-

пени подвержена антропогенному воздействию по сравнению с другими регионами Земли. Поэтому наблюдаемые здесь вариации содержания малых газовых составляющих (МГС) в первую очередь определяются естественными факторами. Особый интерес к исследованиям газового и аэрозольного состава атмосферы Антарктиды появился после обнаружения антарктической озоновой аномалии - уменьше-

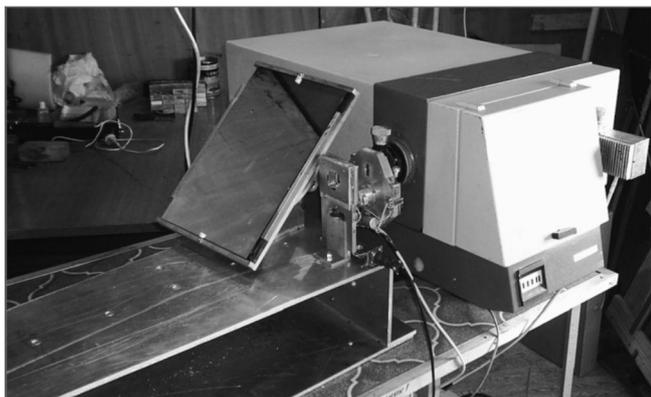


Рис. 1. Спектрометр для измерений содержания МГС в столбе атмосферы

ния общего содержания озона в атмосфере в южной полярной области ежегодно в сентябре-октябре.

Основной задачей исследований является получение современных экспериментальных данных о вариациях содержания МГС в атмосфере Антарктики и акватории океана.

В работе участвуют специалисты из ГУ «НПО «Тайфун», ГУ «АНИИ», ГУ «ГГО», ГУ «ЦАО», ИФ РАН и РГГМУ. Организация измерений в Антарктиде и на пути к ней на научном экспедиционном судне НЭС «Академик Федоров» осуществляется совместно с постоянно действующей Российской антарктической экспедицией (РАЭ).

В настоящее время в Антарктиде на станции Новолазаревская развернуты комплексы аппаратуры, предназначенные для измерений содержания в столбе атмосферы водяного пара (H_2O), углекислого газа (CO_2), метана (CH_4), окиси углерода (CO), закиси азота ($1M_2O$) и двуокиси азота ($1MO_2$). Начаты регулярные отборы проб воздуха для исследования изменчивости концентрации (отношения смеси) CO_2 и CH_4 в приземном воздухе на станции Новолазаревская и в акватории океана (рис. 3).

Исследования вариаций H_2O , CO_2 , CH_4 , CO , $14CO$ в атмосфере основаны на методе солнечной абсорбционной спектроскопии, а содержание газов определяется по спектрам солнечного излучения, прошедшего всю толщу атмосферы. Спектроскопический метод является интегральным методом, поэтому конечным результатом измерений является общее содержание газа на пути луча, которое затем пересчитывается к содержанию в вертикальном столбе атмосферы.



Рис. 2. Система слежения за Солнцем

Аппаратурный комплекс состоит из системы слежения за Солнцем и дифракционного спектрометра на базе промышленного монохроматора МДР-23 (рис. 1). Спектральное разрешение спектрометра составляет в зависимости от спектрального диапазона от $0,2$ до $0,4 \text{ см}^{-1}$. Измерения проводятся по прямому солнечному излучению при высотах Солнца более 15° . Содержание газа определяется по величине функции пропускания в интервалах, включающих спектральные линии исследуемых газов, и измеряется в атм-см (толщина слоя газа в см, приведенного к нормальным условиям, $1 \text{ атм-см} = 2,69 \times 10^{19} \text{ молекул} \times \text{см}^{-2}$). Связь функции пропускания и содержания рассчитывается с использованием параметров тонкой структуры спектра, аэрологических данных о вертикальных профилях давления, температуры, влажности и модельных вертикальных профилей отношения смеси исследуемых газов. Управление комплексом, первичная обработка спектров осуществляются компьютером.

Для измерений общего содержания NO_2 в атмосфере используется сумеречный метод, основанный на регистрации рассеянного из зенита солнечного излучения. Часть траекторий солнечных фотонов от Солнца до точки рассеяния в области зенита проходит через атмосферу по наклонной линии, а часть траекторий от точки рассеяния до прибора по вертикали. Положение точки рассеяния (высота над пунктом регистрации) зависит от зенитного угла Солнца. При изменении зенитного

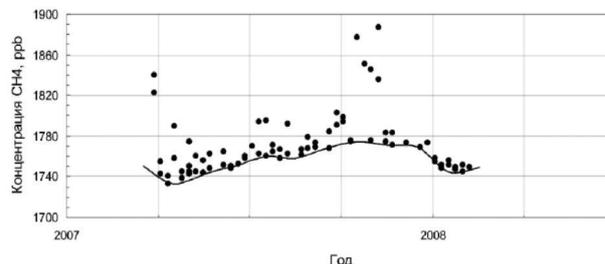
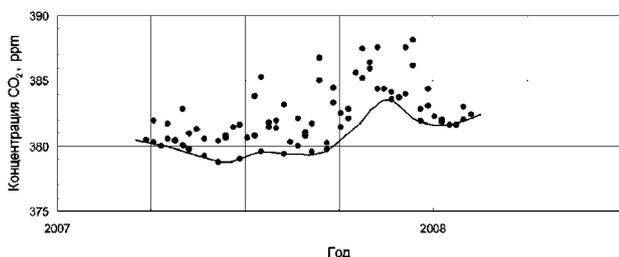


Рис. 3. Концентрации CO и CH_4 в приземном воздухе



Рис. 4. Автоматизированный спектрофотометр для измерений общего содержания NO_2 в атмосфере



Рис. 5. Стеклонные фляги для хранения проб воздуха



Рис. 6. Оптический павильон для измерений МГС в атмосфере

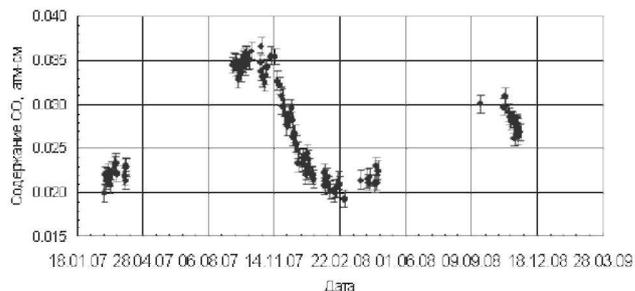


Рис. 6. Среднесуточное содержание CO в столбе атмосферы

угла Солнца область рассеяния в целом смещается в вертикальном направлении. С увеличением зенитного угла Солнца увеличивается относительный вклад более высоких слоев атмосферы в содержание NO_2 вдоль траектории луча.

Для реализации метода в ИФА РАН и ГУ «НПО «Тайфун» разработаны автоматизированный спектрофотометр (рис. 4), методики измерений и обработки регистрируемых спектров.

Основу комплекса аппаратуры составляет монохроматор МДР-23. Поле зрения прибора около 10° . В качестве датчика регистрируемого излучения используется фотоэлектронный умножитель. Сканирование по спектру осуществляется шаговым двигателем. Процесс измерения полностью управляется ЭВМ, вплоть до автоматического включения и выключения прибора. Время одного измерения составляет около 40 с.

Аналогичные аппаратные комплексы используются для регулярных измерений содержания NO_2 в рамках глобальной сети NDSC, а также для валидации спутниковых измерений.

Отборы проб воздуха для исследования изменчивости концентрации CO_2 и CH_4 в приземном воздухе на станции Новолазаревская и в акватории океана осуществляются воздухозаборным устройством в специальные стеклонные фляги (рис. 5). Анализ проб воздуха проводится в ГУ «ГГО».

Все оборудование для проведения комплексных исследований изменчивости содержания малых газовых составляющих находится в оптическом павильоне (рис. 6).

Фотографии предоставлены автором