

Исследование вертикальной стратификации фонового наполнения стратосферы аэрозоля над Томском в 2011гг., выполненные на лидарной станции ИОА СО РАН

МАРИЧЕВ В.Н.

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Россия

marichev@iao.ru

В статье в качестве параметра, описывающего вертикальную стратификацию аэрозоля, представлена оптическая характеристика $R(H)$ – отношение аэрозольного рассеяния (H – текущая высота). По определению $R(H)$ – отношение суммы коэффициентов аэрозольного и молекулярного коэффициентов обратного рассеяния к молекулярному коэффициенту обратного рассеяния. Для примера, выполнение условий $R(H)=1$ означает отсутствие на данных высотах аэрозоля, и, наоборот, там, где $R(H) \geq 1$, появляется аэрозоль. По значению $R(H)$ определяется вклад аэрозольного рассеяния в общее, и, косвенным путем, оценивается величина аэрозольной компоненты.

По результатам лидарных измерений выявлена некоторая особенность вертикального наполнения аэрозолем нижней и средней стратосферы для 2011г. Для предыдущих лет характерным являлось ситуация с максимальным аэрозольным наполнением стратосферы в январе, убыванием в феврале, практически отсутствием за период март- июль и началом роста наполнения с августа до максимального значения в январе [1].

В 2011г. для зимнего периода вертикальная стратификация аэрозоля напоминала ситуацию с 2010г. Однако в 2011г. аэрозоль в стратосфере продолжал наблюдаться в марте и апреле и исчез лишь в мае (рис.1). Причем наполнение в марте распространялось до высот 40км и по интенсивности превосходило февральское, а наполнение за апрель было сравнимо с последним.

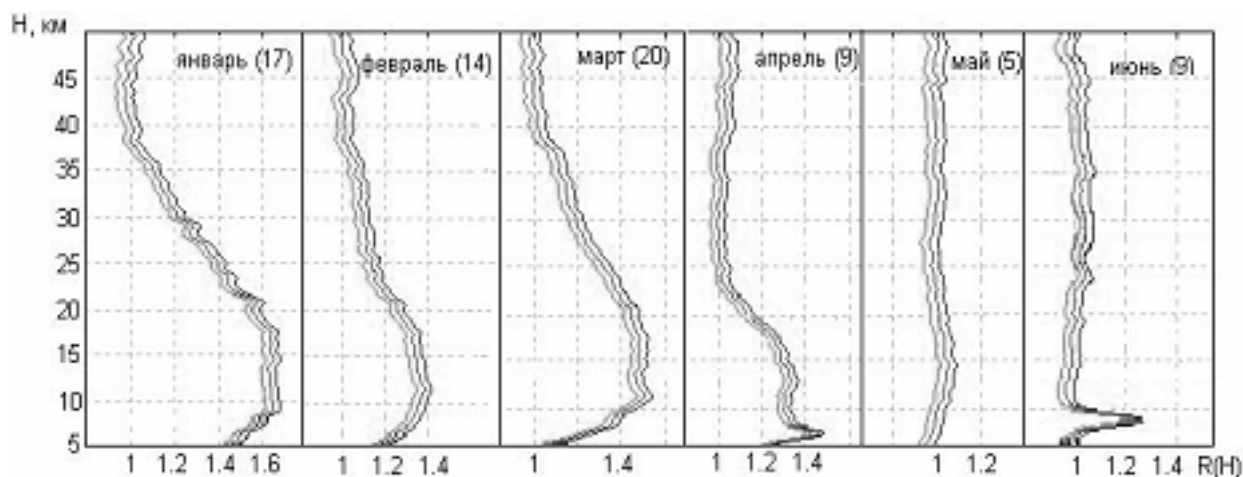


Рис. 1. Типичное наполнение аэрозолем стратосферы в первое полугодие 2011г.

Следует отметить, что в отличие от наблюдений 2008-9гг, для которых характерным являлось достаточно частое появление аэрозольных слоев над Томском, образовавшихся в результате вулканических выбросов, стратосфера не была подвержена вулканической активности. Исключением были наблюдения в июле, когда на высоте 15км (6 июля), а также выше на 17км (14 июля), на 15 и 17 км (15 июля), на 16км (25июля), на 14км (30 июля)были обнаружены аэрозольные слои (рис. 2).

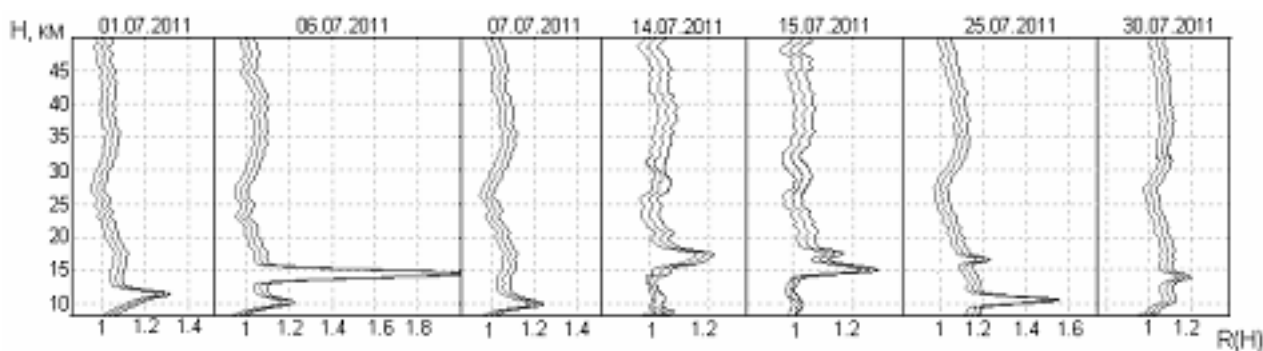


Рис. 2. Вертикальная структура аэрозоля в июле 2011г.

Особенно четко выделялся этот слой 6-го июля с отношением аэрозольного рассеяния $R=2$, тогда как для других отмеченных случаев $R=1.2-1.3$. Появление данных аэрозольных слоев вызвано извержением вулкана Гримсвотн в Южной Исландии, начавшемся 21 мая.

Как интересное событие приводим наблюдения серебристых облаков (рис.3).

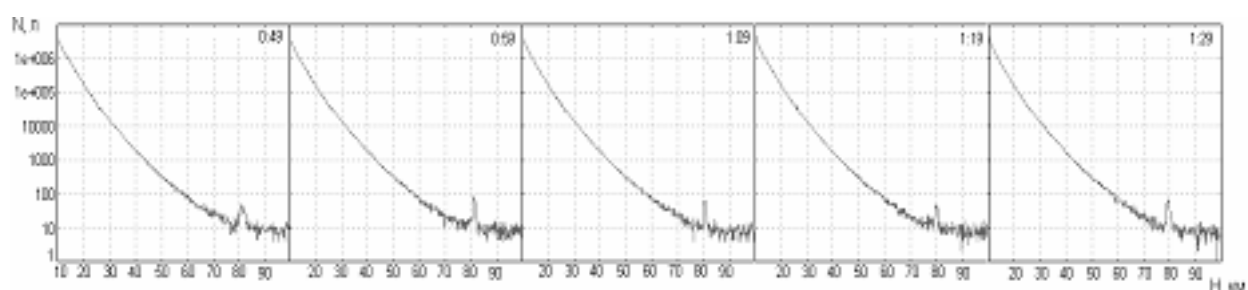


Рис. 3. Лидарные наблюдения серебристых облаков над Томском. По оси абсцисс высота, по оси ординат – лидарный сигнал в количестве одноэлектронных импульсов. На каждом графике приведено местное время наблюдений.

Это был единственный случай их появления над Томском в 2011г., который произошел 4 июля. Из рисунка, где показаны лидарные сигналы с сериями накоплений по 10 мин. видно, что серебристые облака устойчиво локализируются на высоте 80 км, а их толщина изменяется от 2 до 3км. Ранее, в 2008г., серебристые облака в лидарных наблюдениях регистрировались над Томском постоянно длительный период с июня по сентябрь. Они имели два максимума аэрозольного рассеяния, расположенных на высоте около 78 и 88км.

Поведение вертикального распределения аэрозоля, наблюдаемого в августе 2011г., приведено на рис.4.

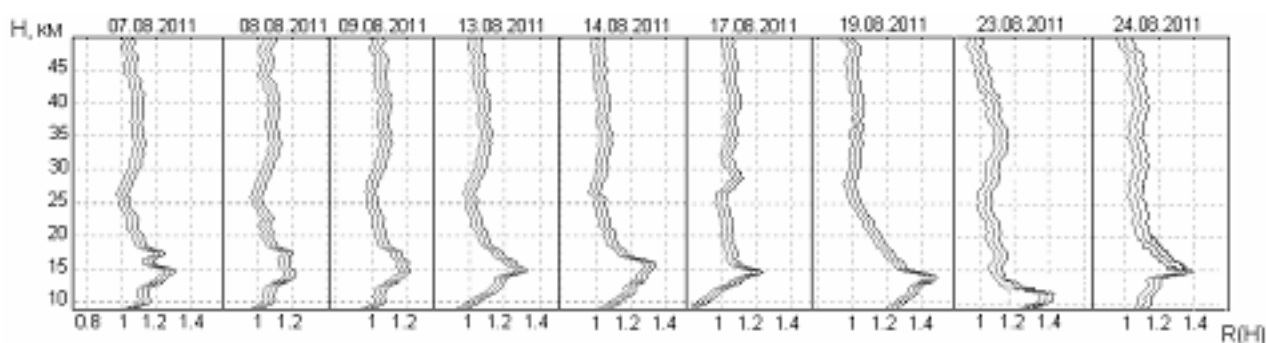


Рис. 4. Вертикальная структура аэрозоля в августе 2011г

В первой половине августа отмечалось аэрозольное наполнение в нижней части стратосферы до высот 25км. Максимум отношения рассеяния мог превышать величину 1.2. и находился на уровне около 15км. Небольшие следы аэрозоля были заметны в интервале высот 25-40км. Во второй половине месяца происходило некоторое изменение в распределении аэрозольной компоненты. Так, с 17 по 23 августа высота максима снизилась до 11км, а его величина возросла до $R \geq 1.4$. к концу месяца высота максимума вышла на прежний уровень 15км.

Результаты наблюдений за аэрозольной компонентой в стратосфере за октябрь представлены на рис.5.

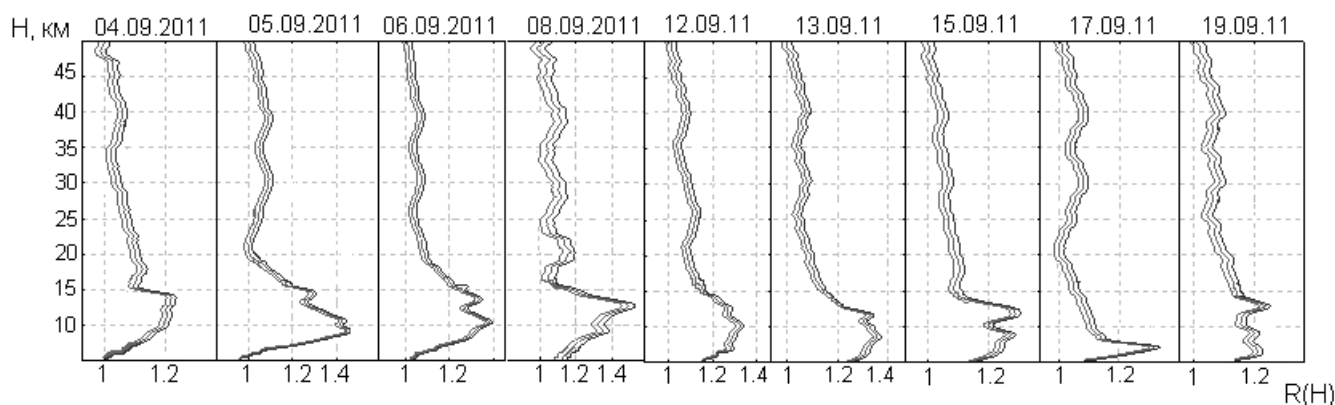


Рис. 5. Вертикальная структура аэрозоля в сентябре 2011г

Как и в августе, регистрируется заметное присутствие аэрозольной компоненты в нижней половине стратосферы с определенной временной динамикой. Интервал высот вертикального распространения аэрозоля может несколько расширяться, основное содержание смещается вниз. Почти в половине случаев наблюдается двух или трехслойная структура.

На следующем рис.6. показаны данные лидарных измерений аэрозоля в октябре 2011г.

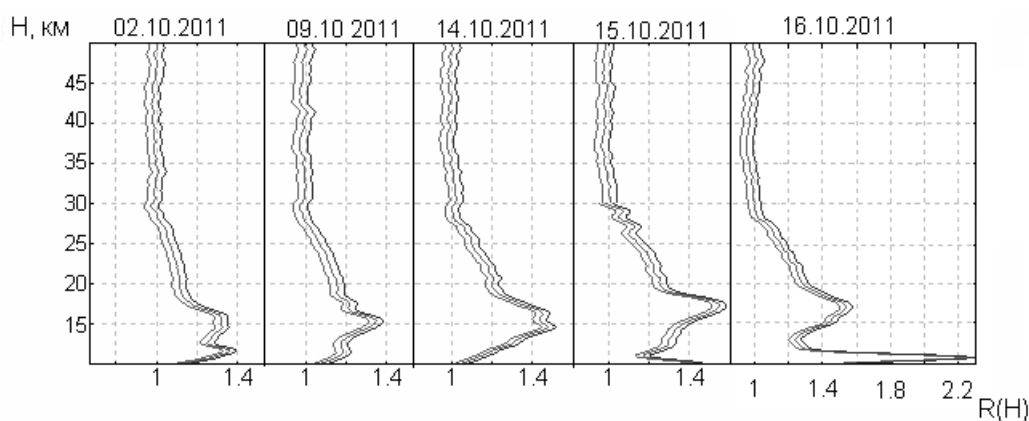


Рис. 6. Вертикальная структура аэрозоля в октябре 2011г

Из рис.6. видно, что в целом продолжается возрастание аэрозольного наполнения стратосферы. Четко отмечается интервал распространения аэрозоля в стратосфере до высоты 30км; выше аэрозоль практически отсутствует. Отмечается устойчивая тенденция роста отношения рассеяния до значения $R=1.6$. и высотного смещения его максимума с 15 км до 17.5.

Для ноября 2011г. (рис.7) характерна сильная динамика аэрозольной стратификации нижней стратосферы. Так, если 7 ноября отмечается слабое аэрозольное наполнение в

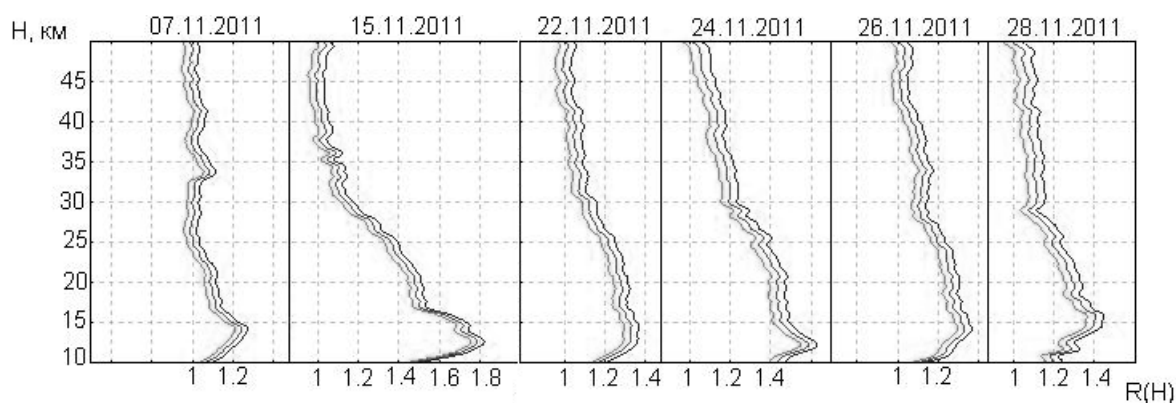


Рис. 7. Вертикальная структура аэрозоля в ноябре 2011г.

интервале высот 10-25 км., то 15 ноября происходит его резкое возрастание как по величине до $R=1.8$ на высоте 12.5км., так и по протяженности до 35км. В 20-х числах интервал распространения аэрозольной компоненты сохраняется, и даже увеличивается до высот около 40км, а интегральное содержание аэрозоля несколько уменьшается.

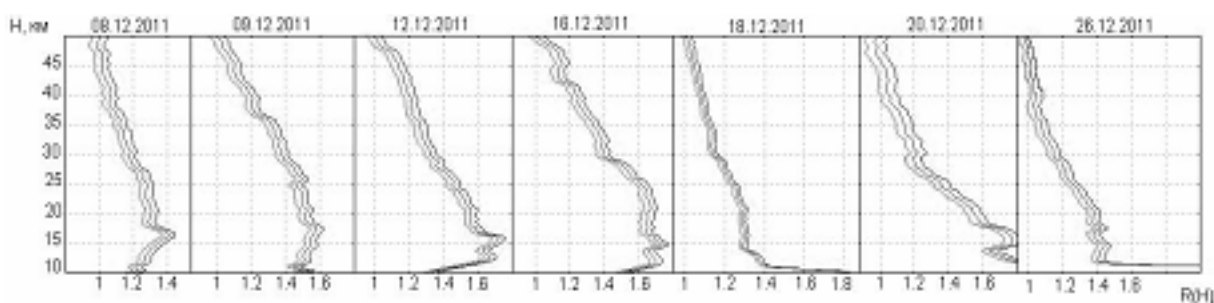


Рис. 8. Вертикальная структура аэрозоля в декабре 2011г.

В декабре аэрозольная компонента заполняет практически всю стратосферу, и интегральное содержание аэрозоля в ней заметно возрастает (рис.8). Несколько меньшее содержание аэрозоля отмечается на графиках за 18 и 26 декабря, но оно компенсируется мощным слоем на высоте около 10км. Если сравнивать аэрозольное наполнение стратосферы за ноябрь-декабрь 2010 и 2011гг., то заметно существенное увеличение содержания аэрозоля в 2011г.

Работа выполнена при финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН №106, РФФИ (проект 13-05-01036а) и Минобрнауки РФ (ГК № 14.518.11.7053, соглашение № 14.В37.21.0612).

Литература

1. Маричев В.Н. Экспериментальные исследования изменчивости вертикальной структуры аэрозоля в стратосфере над Томском на малой станции высотного зондирования атмосферы ИОА СО РАН в 2009-2011г. //Сборник статей XVIII Международного симпозиума “Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы”. - Томск.-2011.-D138-D142.

Investigation of variability of the background aerosol vertical structure above Tomsk in 2010–2011 carried out at IOA SB RAS lidar observatory

Marichev V.N.

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Russia

The paper analyzes experimental data on variations of vertical-temporal structure of aerosol, which were obtained using a lidar complex of the station of high-altitude atmospheric sensing (SHAS) IOA SB RAS for the period 2010-2011. A characteristic feature of this period was almost no volcanic activity with emissions to the stratosphere. This made it possible to study the behavior of the vertical structure of the background aerosol in the stratosphere on a monthly basis for certain nights during two years. The analysis of the results revealed differences in the vertical stratification of aerosol between 2010 and 2011. For 2010, the aerosol loading was maximal in January up to heights of 30 km, it diminished starting from February until almost no decrease in March-August, and showed a steady growth since September. In 2011, the aerosol loading of the stratosphere was more intense and longer-term. For instance, the height of the extension of the aerosol component reached 40 km in January-March, and the aerosol was absent in the stratosphere within three months (May-July).