

Исследование изменчивости содержания фонового аэрозоля в стратосфере над Томском по данным лидарных наблюдений

МАРИЧЕВ В. Н., БОЧКОВСКИЙ Д. А.

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

marichev@iao.ru, moto@iao.ru

Введение

В предыдущих работах [1-5] нами были представлены результаты лидарных наблюдений за изменением вертикальной структуры аэрозоля в различные месяцы периода 2010-2014гг. Работа в данном направлении была продолжена и в 2015г. Для всего указанного периода характерным являлось практическое отсутствие вулканических извержений, которые могли бы оказывать влияние на возмущение аэрозольной компоненты стратосферы Северного полушария, включая регион Западной Сибири. Поэтому возникла удобная возможность проследить особенности временной изменчивости наполнения стратосферы фоновым аэрозолем в Западной Сибири за достаточно длительный временной интервал.

В качестве первичной информации для анализа за 2015г. использовался массив данных из 84 суммарных сигналов, накопленных в отдельные ночи. Как и в вышеуказанных работах, интервал зондируемых высот простирался от 15 до 50-60км. пространственное разрешение составляло 192м. Прием лидарных сигналов велся в режиме счета фотоимпульсов с накоплением по 12×10^4 запускам лазерных импульсов (время накопления - около двух часов за ночь). 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 обратного рассеяния к молекулярному коэффициенту обратного рассеяния. Для примера, выполнение условий $R(H)=1$ означает отсутствие на данных высотах аэрозоля, и, наоборот, там, где $R(H)>1$, появляется аэрозоль.

Результаты наблюдений

Результаты измерений среднемесячной динамики вертикальной стратификации аэрозоля приведены на рис.1. Здесь в качестве рассчитываемого из лидарных измерений параметра приведено отношение аэрозольного рассеяния $R(H)$ - отношение суммы коэффициентов обратного аэрозольного и молекулярного рассеяния к обратному коэффициенту молекулярного рассеяния света.

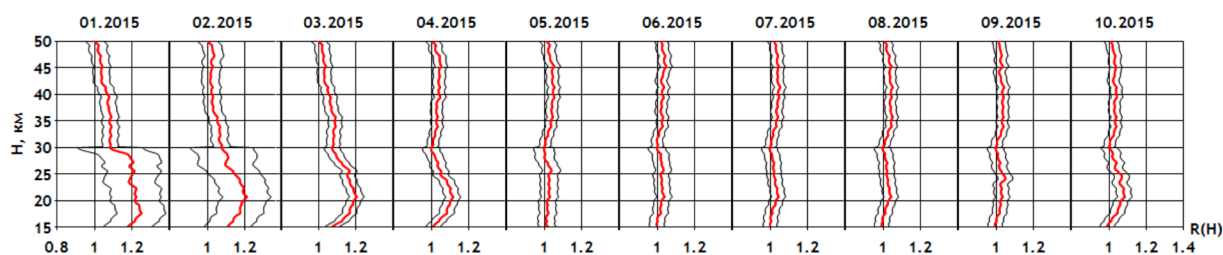


Рис. 1. Среднемесячные профили вертикальной стратификации аэрозоля в 2015г. Кривые красного цвета - усредненные профили, черного - коридор стандартного отклонения.

Из сравнительного анализа с наблюдениями за прошлые годы [1] подтверждается тенденция максимального аэрозольного наполнения нижней стратосферы в январе с убыванием в весенний период и практическим отсутствием в мае - сентябре. С октября начинается постепенное возрастание содержания аэрозоля до его максимального значения в январе.

Динамика внутремесячных вариаций аэрозольного наполнения стратосферы показана на рисунках 2- 11.

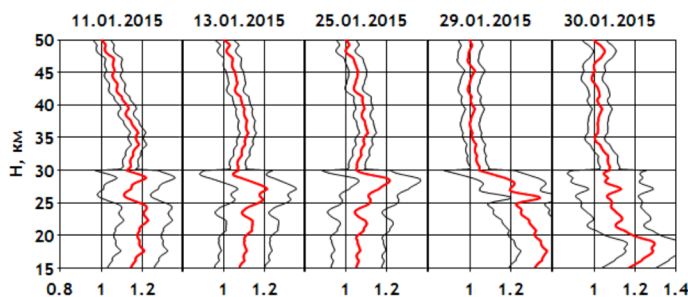


Рис. 2. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в январе 2015г.

Так, для января в течении всего месяца (рис.4.2) отмечается значительное аэрозольное наполнение нижней стратосферы в интервале высот 15- 30км со значениями отношения рассеяния до $R > 1.2$, а также с заметным присутствием аэрозоля на протяжении большей части месяца до 25 января на высотах от 30 до 40-45км.

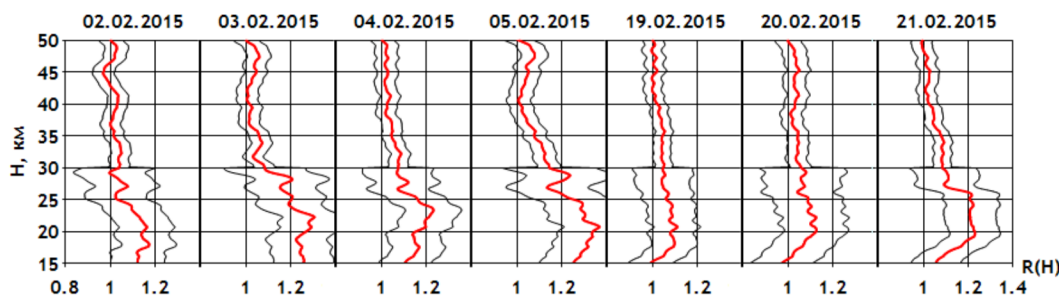


Рис. 3. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в феврале 2015г.

Примерно аналогия картина стратификации аэрозоля наблюдается в феврале с отличием в сторону меньшего содержания аэрозоля в верхней стратосфере (рис.3).

В марте в первой декаде месяца аэрозольная компонента распространяется до высот 40-43км. При этом аэрозольное наполнение нижней стратосферы, в отличие от большинства предыдущих лет наблюдений, может достигать уровня января-февраля месяцев (рис.4.).

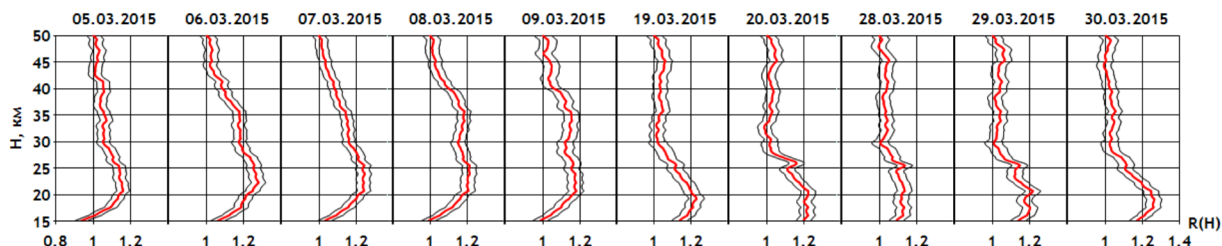


Рис. 4. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в марте 2015 г.

В апреле содержание аэрозоля отмечается лишь в начале месяца в нижней стратосфере (рис.5), которое быстро убывает за первую неделю.

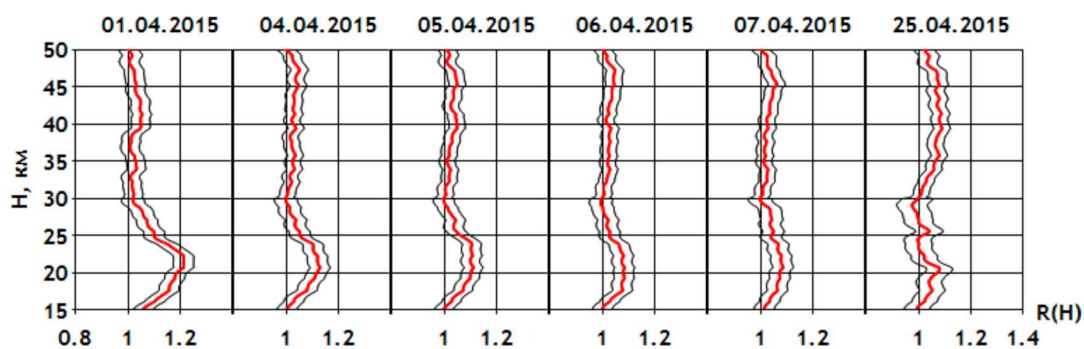


Рис. 5. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в апреле 2015 г.

В последующий период конец весны, лета и начала осени во всем слое стратосферы аэрозольная компонента практически отсутствует (рис.4.6-4.9). Указанная особенность, выявленная по крайней мере для Томского региона, подтверждается многолетними наблюдениями.

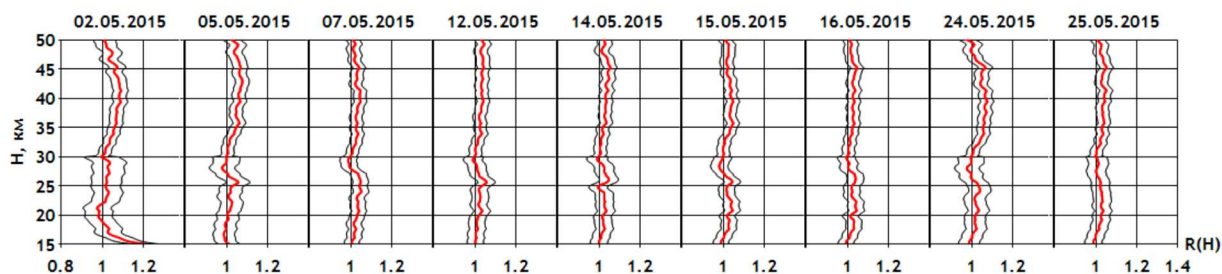


Рис. 6. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в мае 2015 г.

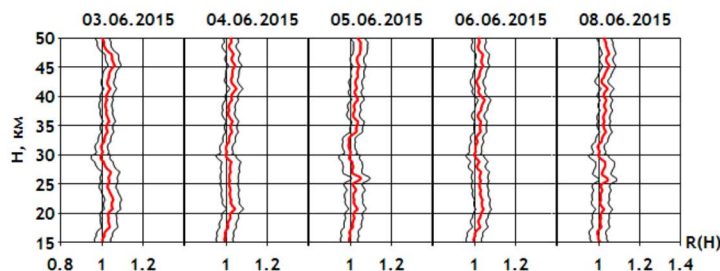


Рис. 7. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в июне 2015 г.

Незначительный рост аэрозольного наполнения начинается в октябре в области нижней стратосферы (рис.10). Наконец, в отличие от наблюдений за прошлые годы, аномально высокое содержание аэрозоля в нижней стратосфере зафиксировано в ноябре и особенно в декабре (рис.11).

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ НШ4714.2014.5, гранта РФФИ №14-27-00022 и гранта РФФИ № 16-05-00901

ЛИТЕРАТУРА

1. Маричев В.Н. Исследование изменчивости вертикальной структуры фонового аэрозоля в стратосфере над Томском на основе лидарных наблюдений в 2010-2011 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2012. Т. 25. № 11. С. 976-984.

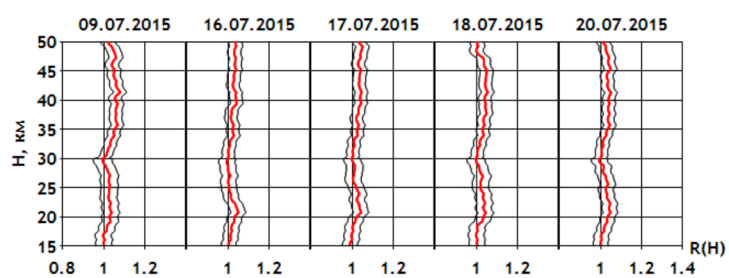


Рис. 8. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в июле 2015 г.

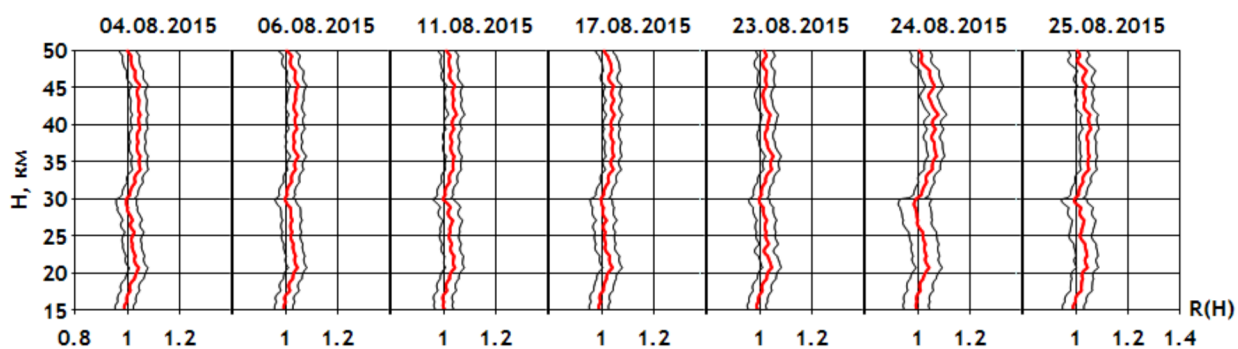


Рис. 9. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в августе 2015 г.

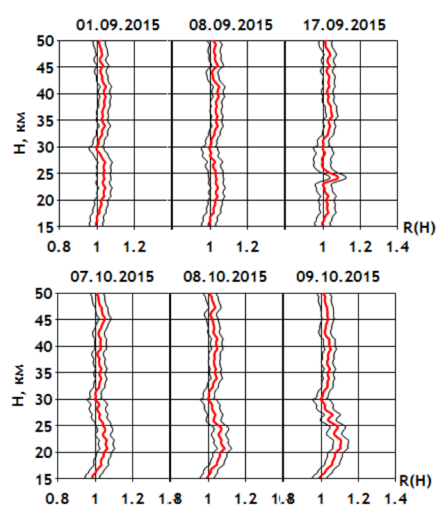


Рис. 10. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в сентябре (слева) и октябре (справа) в 2015 г.

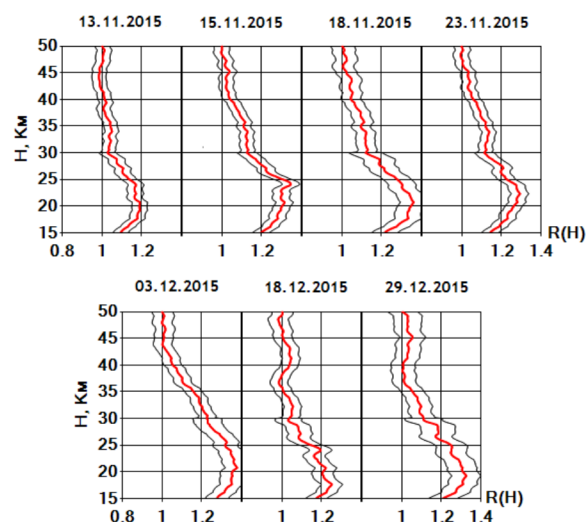


Рис. 11. Динамика вертикальной стратификации аэрозоля в ноябре (слева) и декабре (справа) в 2015 г.

2. Маричев В.Н. Лидарные исследования изменчивости аэрозольного наполнения стратосферы над Томском для фоновых условий. // Сборник докладов 19-го международного симпозиума “Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы”. Алтай, г. Барнаул, база отдыха “Золотое озеро”. 1-6 июля 2013г. С. D-51 – D-56.
3. Маричев В.Н. Лидарные исследования годовой изменчивости наполнения стратосферы фоновым аэрозолем над томском в период 2011-13гг. // Сборник докладов 20-го международного симпозиума “Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы”. г. Новосибирск, курорт-отель “Сосновка”, 23-27 июня 2014г. С. D62-D66
4. Маричев В.Н., Бочковский Д.А. Исследование изменчивости наполнения стратосферы фоновым аэрозолем в 2014г. // Сборник докладов 21-го международного симпозиума “Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы”. г. Томск, 22-26 июня 2015г. D41-D45
5. Marichev V.N. Bochkosvkii D.A. Studying the variations in background aerosol loading of the stratosphere in 2014 // Proceedings of SPIE. 2015. V.9680. CID: 9680 6U. [9680-209]