

СОСТОЯНИЕ СТРАТОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЬНОГО СЛОЯ В 2021 г. ПО ДАННЫМ ЛИДАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ТОМСКЕ

А.П. Макеев, С.И. Долгий, А.В. Невзоров

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия
map@iao.ru

STATE OF THE STRATOSPHERIC AEROSOL LAYER IN 2021, ACCORDING TO LIDAR OBSERVATIONS IN TOMSK

A.P. Makeyev, S.I. Dolgii, A.V. Nevzorov

V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics SB RAS, Tomsk, Russia
map@iao.ru

Аннотация. В докладе приводятся и обобщаются результаты лидарных измерений на Сибирской лидарной станции вертикального распределения стратосферного аэрозольного слоя в 2021 г. Приводится описание и техника измерений многоканального стационарного лидарного комплекса Института оптики атмосферы СО РАН в Томске. Результаты измерений и анализа полученных данных подтверждают закономерность увеличения накопления фонового аэрозоля в период осень — зима с его последующим активным истощением в летний период.

Ключевые слова: лидар, лазерное зондирование атмосферы, вертикальное распределение стратосферного аэрозоля.

Abstract. This report presents and summarizes the results of lidar measurements at the Siberian Lidar Station of the vertical distribution of the stratospheric aerosol layer in 2021. The description and technique of measurements at the multichannel stationary lidar complex of the Institute of Atmospheric Optics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences in Tomsk are given. Based on the results of measurements and analysis of the data obtained, the regularity of increase in the accumulation of background aerosol in the autumn-winter period with its subsequent active depletion in the summer period is confirmed.

Keywords: lidar, laser sounding of the atmosphere, vertical distribution of stratospheric aerosol.

ВВЕДЕНИЕ

Сибирская лидарная станция (СЛС) Института оптики атмосферы СО РАН (56.5° N, 85.0° E) с 1986 г. долгое время оставалась единственной точкой на территории России, где на основе методов дистанционного зондирования стратосферы осуществлялся регулярный мониторинг характеристик стратосферного аэрозольного слоя (САС) [Зуев, Бурлаков, 2008; Зуев, 2000]

В качестве источника лазерного излучения для исследования вертикального распределения САС используется белорусский твердотельный лазер Nd:YAG модели LOTIS ТП LS-2132Т. Прием отраженного от атмосферы лидарного сигнала осуществляется телескопом диаметром 0.3 м, разработанным по схеме Ньютона. Далее сигнал, проходя через полевую диафрагму попадает в кювету спектральной селекции. В кювете после разделения спектроделителем принимаемого сигнала на длины волн 355 и 532 нм, светоделитель делит сигнал на длине волны 532 нм на две части 90 % и 10 % для получения информации и от ближней зоны зондирования. Для устранения эффекта насыщения ФЭУ от сигналов большой интенсивности ближней зоны или облаков используется электронное управление коэффициентом усиления ФЭУ [Правдин и др., 1996].

Регистрация лидарных сигналов осуществляется с помощью ФЭУ японской фирмы Hamamatsu Photonics R7207-01 и Hamamatsu Photonics R7206-01 для длин волн 355 и 532 нм соответственно. Регистрация ведется в режиме счета фотонов. Далее сигналы с ФЭУ приходят на усилители-дискриминаторы (УД) фирмы Hamamatsu Photonics C3866, затем для дальнейшей обработки и хранения поступают в компью

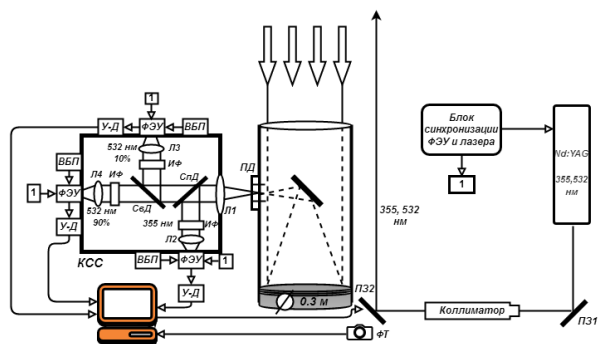


Рис. 1. Блок-схема лидара для исследования стратосферного аэрозоля: Nd:YAG — твердотельный лазер; ПЗ1 — поворотное зеркало; ПЗ2 — автоматизированное выходное поворотное зеркало; ПД — полевая диафрагма; КСС — кювета спектральной селекции с ФЭУ; Л — линзы; СвД — спектроделитель; СвД — светоделитель; ИФ — интерференционные фильтры; УД — усилители-дискриминаторы; ВВП — высоковольтные блоки питания; ФТ — фототранзистор

тер. Блок-схема лидара для исследования стратосферного аэрозоля показана на рис. 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИДАРНОГО ПЕРЕДАТЧИКА

Энергия импульсов излучения: для длины волны 532 нм — 70 мДж, 355 нм — 40 мДж; частота следования импульсов — 20 Гц, расходимость излучения — ~ 0.8 мрад.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На протяжении 2021 г. на СЛС продолжался лидарный мониторинг вертикального распределения

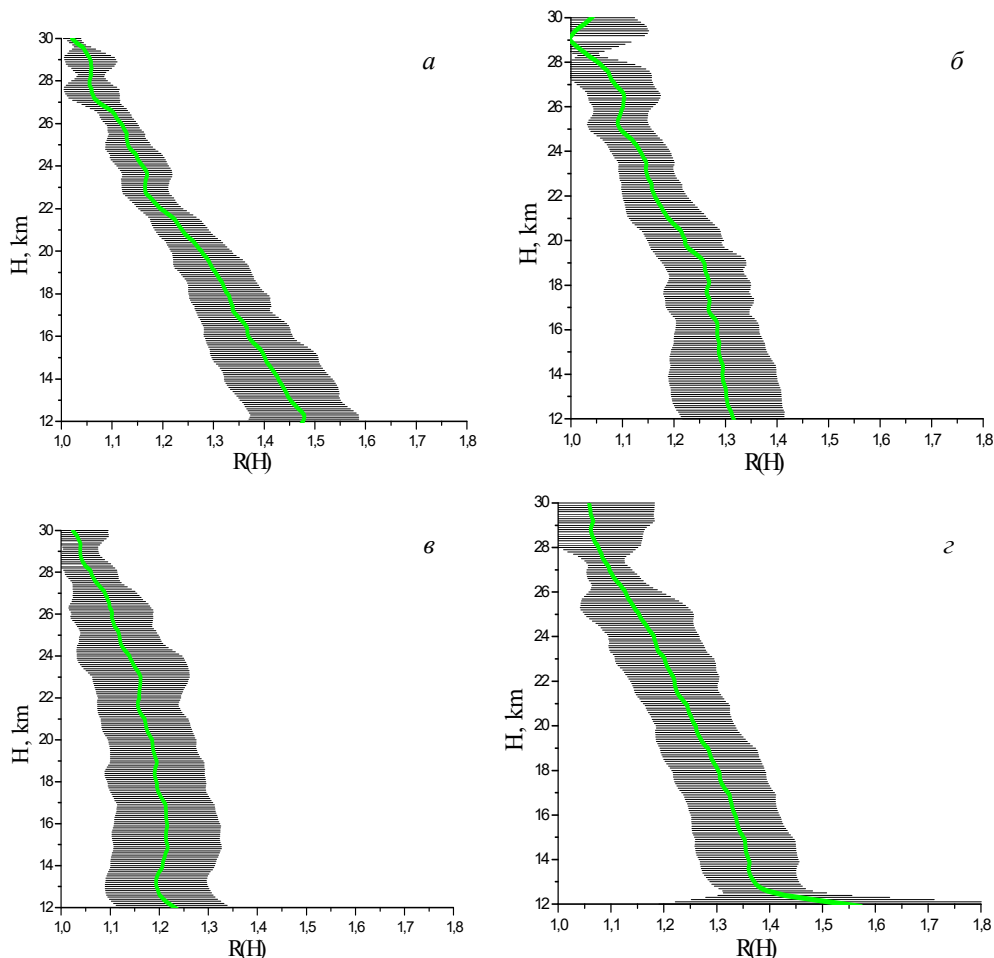


Рис. 2. Усредненные за 2021 г. профили $R(H)$ на длине волны 532 нм, зарегистрированные зимой (а), весной (б), летом (в), осенью (з)

САС. Результаты измерений подтверждают установленное фоновое состояние после ранее зафиксированных САС невулканического происхождения в августе – октябре 2017 г., где отношение рассеяния $R(H)$ в максимуме на длине волны 532 нм достигало 5.8 [Невзоров и др., 2020]. Это подтверждалось результатами измерений, полученными при помощи приборов, установленных на спутнике Суоми [Seftor, 2017]. Значения отношения рассеяния $R(H)$ за 2021 г. колебались в пределах 1.2–1.5 для своих сезонов. На рис. 2 показаны усредненные профили отношения рассеяния $R(H)$ за 2021 г

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно отметить, что с периода возмущенного состояния стратосферы в период осень 2017 – весна 2018 г., а также кратковременно возмущения летом и осенью 2019 г., в течение 2021 г. над Томском видна четкая закономерность увеличения накопления фонового аэрозоля в период осень – зима с его последующим активным истощением в летний период.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания ИОА СО РАН (в части получения результатов измерений) и гранта РФФИ

и ННФИ в рамках научного проекта № 20-55-56028 (в части обработки и анализа результатов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Зуев В.В., Бурлаков В.Д. *Сибирская лидарная станция: 20 лет оптического мониторинга стратосферы*. Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2008. 226 с.
- Зуев В.В. Сибирская лидарная станция — уникальный экспериментальный комплекс для дистанционных исследований атмосферы. *Оптика атмосферы и океана*. 2000. Т. 13, № 1. С. 94–99.
- Невзоров А.В., Баженов О.Е., Невзоров А.А. и др. Возмущение стратосферы над Томском зимой 2017/2018 г. по данным лидарных и спутниковых (Aura MLS/OMI) наблюдений. *Оптика атмосферы и океана*. 2020. Т. 33, № 7. С. 509–515. DOI: [10.15372/AOO20200702](https://doi.org/10.15372/AOO20200702).
- Правдин В.Л., Зуев В.В., Невзоров А.В. Электронное управление коэффициентом усиления ФЭУ при регистрации лидарных эхосигналов с большим динамическим диапазоном в режиме счета фотонов. *Оптика атмосферы и океана*. 1996. Т. 9, № 12. С. 1612–1614.
- Seftor C. Record breaking aerosol index values over Canada, NASA OMPS blog. Retrieved from <https://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/omps/blog/2017/08/record-breaking-aerosol-index-value-over-canada>. Accessed August 15, 2017.