

В.В. Зуев, В.Д. Бурлаков, М.В. Гришаев, А.В. Ельников

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАЗЕМНОГО И КОСМИЧЕСКОГО
ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ ВО ВРЕМЯ СИНХРОННЫХ
ИЗМЕРЕНИЙ ПО ПРОГРАММЕ LITE**

Представлены некоторые результаты сравнения данных космического зондирования тропосферного и стратосферного аэрозоля с аналогичными данными, полученными на Сибирской лидарной станции (Томск) во время проведения сравнительных измерений по программе NASA LITE в сентябре 1994 г.

В сентябре 1994 г. NASA осуществило эксперимент LITE (Lidar In-Space Technology Experiment) [1, 2] по лазерному зондированию параметров атмосферы с борта Шаттла из космоса. Планировалось, что в течение 9-дневного эксперимента из космоса будут измеряться параметры облачности, характеристики планетарного пограничного слоя, тропосферный и стратосферный аэрозоль, плотность и температура стратосферы, ряд характеристик земной поверхности. Для этих целей был разработан космический лидар на основе трехволнового Nd:YAG-лазера (1064, 532 и 355 нм) и приемного зеркала диаметром 1 м.

В ходе проведения эксперимента одновременно с зондированием параметров атмосферы из космоса осуществлялось сравнительное зондирование соответствующих параметров с Земли в моменты нахождения Шаттла над точкой измерений. Для таких измерений была задействована сеть наземных лидарных станций Америки, Европы, Азии и Австралии. В эту сеть входила и Сибирская лидарная станция (СЛС) Института оптики атмосферы СО РАН, расположенная в Томске (56,5°с.ш; 85,1°в.д.).

На СЛС осуществлялось зондирование на длинах волн 1064, 532 и 353 нм. Лидарные сигналы из стратосферы принимались на зеркало диаметром 2,2 м, тропосферные сигналы – на зеркало диаметром 0,3 м. Более подробное описание техники лидарных измерений на СЛС приводится в работах [3, 4]. Анализ результатов зондирования стратосферного аэрозоля на длинах волн 1064 и 532 нм, полученных нами в ходе проведения наземных измерений по программе LITE, ранее изложен в [5]. К настоящему времени мы получили от координаторов программы данные космического зондирования на длине волны 532 нм за 10 и 17 сентября, что позволяет провести небольшой сравнительный анализ результатов наземного и космического зондирования.

В период измерений с 10 по 17 сентября в районе Томска наблюдались как циклонические (до 13 сентября), так и антициклонические метеоусловия, которые определяли большую изменчивость погоды и наличие облачности. Из-за наличия облачности 10 сентября пригодными для сравнения оказались только данные за 17 сентября. Однако при этом следует учитывать, что данные космического зондирования получены с орбиты, расположенной на ~ 1000 км южнее Томска.

На рис. 1 приведены NMC данные по температуре, интерполированные к положению Шаттла, в сравнении с данными радиозондовых измерений, которые проводились в Томске. Из сравнения температурных профилей видно, что высота тропопаузы в зоне космического зондирования примерно на 2 км превышает высоту тропопаузы над точкой стояния лидара в Томске (12 и 10 км соответственно).

На рис. 2 приведены высотные профили отношения рассеяния R , измеренные в стратосфере на длине волны 532 нм с борта Шаттла (тонкая линия) и одновременно с Земли (жирная линия). Для простоты сравнения результаты лидарного зондирования сглаживались по пространственным стробам с разрешением 450 м для космического и 400 м для наземного лидаров. Максимальные значения R в обоих случаях сопоставимы и достигают величины 1,22–1,24.

Изрезанная структура профилей и значения величины R указывают на наличие в нижней стратосфере остаточных следов аэрозоля вулканического происхождения (фоновое значение R над Томском $\sim 1,15$). Поведение профилей R в областях максимальных значений (на рис. 2 эти области отмечены кружками) идентичны. Только для данных космического зондирования эта область приподнята на 2 км, так же как и высота тропопаузы. Таким образом, с учетом широтного разнесения зон зондирования стратосферные профили R качественно согласуются.

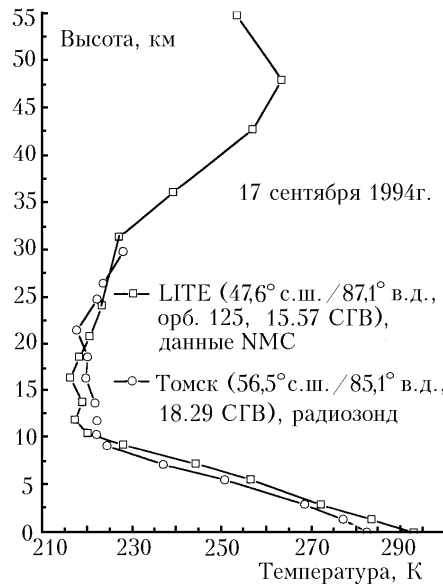


Рис. 1. Сравнительные профили температуры для географических точек местоположения наземного лидара и Шаттла во время зондирования (СГВ – среднее время по Гринвичу)

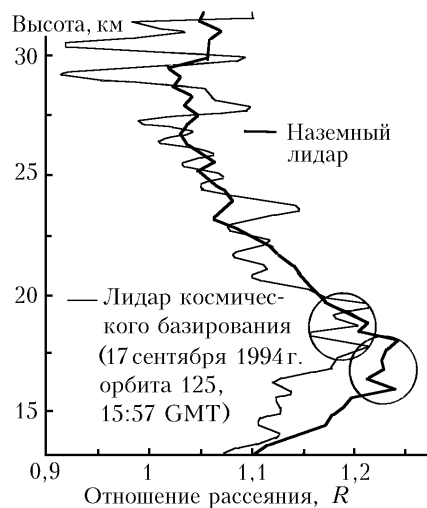


Рис. 2. Высотные профили отношения рассеяния в стратосфере, полученные из данных синхронного зондирования с Земли и из космоса

В отличие от стратосферы данные лазерного зондирования в тропосфере разнятся существенно, что и неудивительно из-за значительного разнесения зон измерений и большой интенсивности динамических процессов в тропосфере.

На рис. 3 приведены высотные профили коэффициентов обратного аэрозольного рассеяния β_p^a , определенные по данным космического зондирования (тонкая сплошная линия), наземного зондирования стратосферным (диаметр приемного зеркала 2,2 м – жирная линия) и тропосферным (диаметр приемного зеркала 0,3 м – штриховая линия) лидарами. Определение

высотных профилей R и β_a^a для лидара с приемным зеркалом диаметром 2,2 м было ограничено снизу механическим отсекаем лидарного сигнала от ближней зоны зондирования. Сравнительно низкий энергетический потенциал наземного тропосферного лидара оказался недостаточным для получения репрезентативных данных об аэрозольной компоненте в стратосфере. Эти два фактора затруднили проблему сшивания аэрозольных профилей от лидаров с приемными зеркалами диаметром 2,2 и 0,3 м. Тем не менее из рис. 3 видно, что аэрозольная ситуация в тропосфере в силу причин, указанных выше, совершенно различна по результатам наземного и космического зондирования.

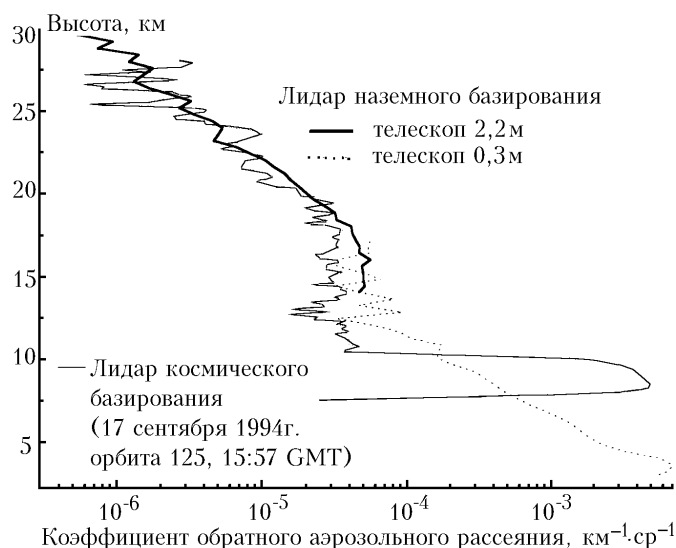


Рис. 3. Высотные профили коэффициентов обратного аэрозольного рассеяния в тропосфере и стратосфере, полученные из данных синхронного зондирования с Земли и из космоса

В заключение отметим, что с учетом широтного разнесения зон зондирования результаты измерений стратосферного аэрозоля из космоса и с Земли неплохо согласуются.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории дистанционной спектроскопии атмосферы за активное участие в подготовке и проведении лидарных экспериментов и сотрудникам лаборатории оптической погоды за проведение радиозондовых измерений.

1. McCormick M.P., Winker D.M., Browell E.V. et al. // Bulletin of the American Meteorological Society. 1993. V. 74. N 2. P. 205–214.
2. McCormick M.P. // 17 ILRC Abstract of papers. Sendai, Japan, 1994. P. 341–344.
3. Бурлаков В.Д., Ельников А.В., Зуев В.В. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1992. Т. 5. N 10. С. 1022–1027.
4. Zuev V.V., Burlakov V.D., Grishaev M.V. et al. // 17 ILRC Abstract of papers. Sendai, Japan, 1994. P. 489–490.
5. Зуев В.В., Ельников А.В., Бурлаков В.Д. // Оптика атмосферы и океана. 1995. Т. 8. N 10. С. 1496–1500.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
4 октября 1995 г.

V.V. Zuev, V.D. Burlakov, M.V. Grishaev, A.V. El'nikov. **Comparative Results of Ground-based and Spaceborne Lidar Sounding Obtained during Simultaneous Measurements under the LITE Program.**

Some results of tropospheric and stratospheric aerosol sounding obtained during ground-based correlative measurements at Siberian lidar station (Toms) in the framework of the NASA LITE program in September, 1994, are presented. The results are compared with the data of spaceborne sounding.