

В.В. Зуев, В.Н. Маричев, С.Л. Бондаренко, С.И. Долгий, Е.В. Шарабарин

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
В ТРОПОСФЕРЕ СКР-ЛИДАРОМ НА ПЕРВОМ КОЛЕБАТЕЛЬНО-ВРАЩАТЕЛЬНОМ
ПЕРЕХОДЕ МОЛЕКУЛ АЗОТА**

Приводятся первые результаты зондирования температуры в тропосфере СКР-лидаром. Восстановление температуры проводилось по сигналам от первого колебательно-вращательного перехода молекул азота (384 нм) при возбуждении излучением на длине волны 353 нм. Последнее, в свою очередь, являлось ВКР-преобразованием излучения ХеСl-лазера в кювете с водородом. В эксперименте были получены лидарные профили температуры, охватывающие высотный диапазон 3–14 км и близкие к модельному распределению температуры. Стандартная ошибка изменялась от 5 К на нижних высотах до 20 К на высоте 14 км. Точность восстановления температуры легко может быть повышена за счет увеличения времени накопления сигнала с 20 мин до 1 ч и более.

Лидар с приемным зеркалом диаметром 1 м и передатчиком на базе эксимерного ХеСl-лазера, входящий в состав Сибирской лидарной станции (Томск, Западная Сибирь), используемый для зондирования озона и температуры в стратосфере [1], был дополнен приемным каналом для СКР-сигналов. Возбуждение 1-го колебательного перехода молекул N₂ (384 нм) производилось излучением на длине волны 353 нм, получаемой, в свою очередь, при ВКР-преобразовании лазерного излучения длиной волны 308 нм в кювете с водородом.

Восстановление температурных профилей из СКР-сигналов, в отличие от традиционно используемого метода, основанного на анализе свойств колебательного спектра комбинационного рассеяния [2], проводилось через концентрацию молекул азота, т. е. через плотность атмосферы [3]. Для расчета температуры T по СКР-сигналам нами было получено выражение, аналогичное для расчета температуры по рэлеевским сигналам [4]:

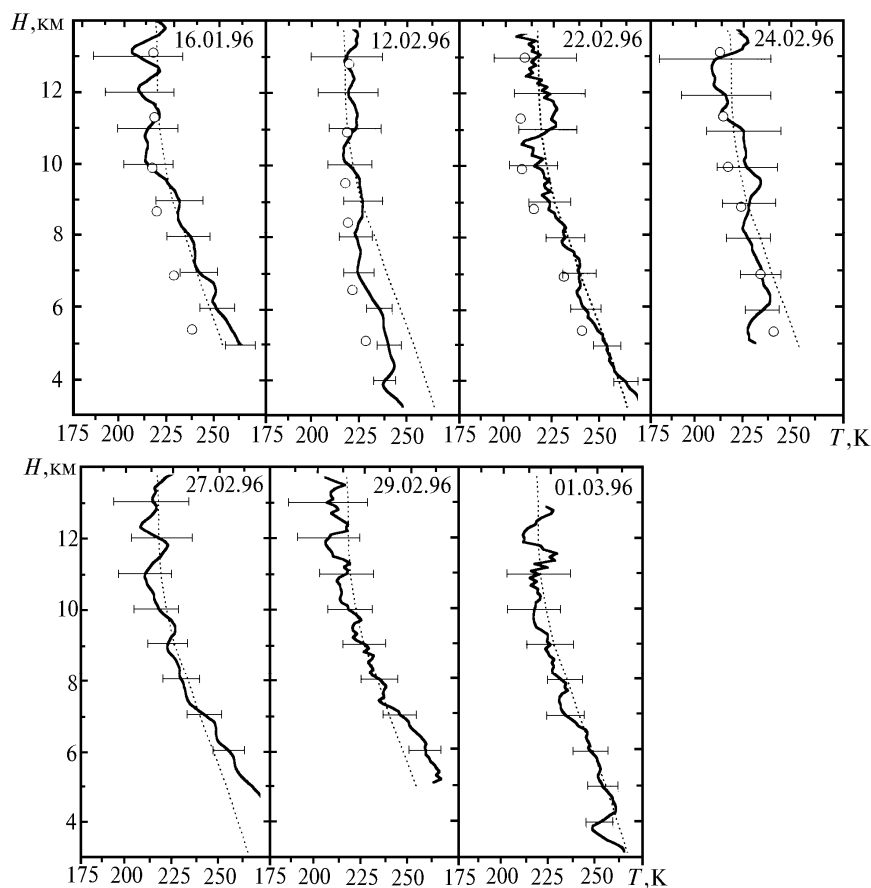
$$T(H) = \frac{P_1(H) P_2(H)}{N(H) H^2} \left[\frac{N(H_m) H_m^2}{P_1(H_m) P_2(H_m)} T(H_m) + \frac{1}{R^*} \int_{H_m}^H \frac{N(h) h^2 g(h) dh}{P_1(h) P_2(h)} \right],$$

где H и H_m – текущая высота и максимальная высота, с которой начинается обработка сигналов; $N(H)$ – лидарный сигнал; $P_1(H)$, $P_2(H)$ – прозрачности молекулярной атмосферы от уровня расположения лидара до высоты H на длинах волн 353 и 384 нм; R^* – удельная газовая постоянная; g – ускорение свободного падения.

Прием эхосигналов проводился в режиме счета фотонов с пространственным разрешением 100 м и временем накопления $\sim 20 \div 30$ мин для получения единичного профиля температуры.

Результаты зондирования температуры, полученные в период со второй половины января до начала марта 1996 г., приведены на рисунке, где сплошной линией показаны лидарные профили температуры, скобками – стандартная ошибка восстановления температуры, пунктирной линией – модельный профиль температуры. На первых четырех графиках нанесены данные радиозондов метеостанции Новосибирска (удаление от лидарной станции – 210 км), полученные примерно в одно и то же время.

Как видно из рисунка, был освоен высотный диапазон 3–14 км. Вертикальное распределение температуры, рассчитанное из лидарных данных, близко к модельному. Ошибка восстановления температуры изменялась от 5 К на нижних высотах до 20 К на высоте 14 км. Данное обстоятельство указывает на необходимость увеличения времени накопления сигнала как минимум до одного часа. Несмотря на большую разнесенность пунктов лидарного и метеорологического зондирования, получено удовлетворительное соответствие температурных профилей.



Результаты зондирования температуры в тропосфере СКР-лидаром

В целом испытания лидарного СКР-канала с использованием первого колебательно-вращательного перехода молекул N_2 показали его перспективность для зондирования температуры в тропосфере и выше, включая тропопаузу. При одновременной работе на каналах рамановского и рэлеевского рассеяния света, что предусмотрено в данном лидаре, возникает возможность получения температурного профиля в интервале высот 3–35 км. Достигнутый результат имеет несомненное значение в задачах исследования процессов обмена, происходящих между тропосферой и стратосферой.

Работа выполнена на установке «Сибирская лидарная станция» при финансовой поддержке Миннауки России (рег. №01-64).

1. Зуев В. В., Маричев В. Н. и др. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. N 8. С. 1123–1125.
2. Лазерный контроль атмосферы / Под ред. Э. Д. Хинкли. М.: Мир, 1979. 416 с.
3. Nauchescorne and M.-L. Chanin // Geoph. Res. Lett. 1980. N 8. P. 565–568.
4. Бондаренко С. Л., Маричев В. Н. // Тезисы докладов II межреспубликанского симпозиума «Оптика атмосферы и океана». Томск, 1995. Ч. 2. С. 266–282.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
19 июля 1996 г.

V.V. Zuev, V.N. Marichev, S.L. Bondarenko, S.I. Dolgii, E.V. Sharabarin. **Tentative Results of Tropospheric Temperature Sounding with Raman-lidar on First Vibrational-Rotational Transition of Nitrogen Molecules.**

The first results of the tropospheric temperature sounding with Raman-lidar are presented in the paper. The temperature is reconstructed from the signals on the first vibrational-rotational transition of N_2 molecules excited by 353 nm radiation. The latter one, in its turn, is the SRS transformation of XeCl-laser radiation in the cell filled with hydrogen. The temperature lidar profiles, obtained during the experiment, cover the height range from 3 to 14 km and are close to the temperature model distribution. The standard error varies from 5 K at low altitudes to 20 K at 14 km. The accuracy of the temperature reconstruction may be easily improved owing to the increase of the accumulation time for the signal from 20 min to an hour and more.