

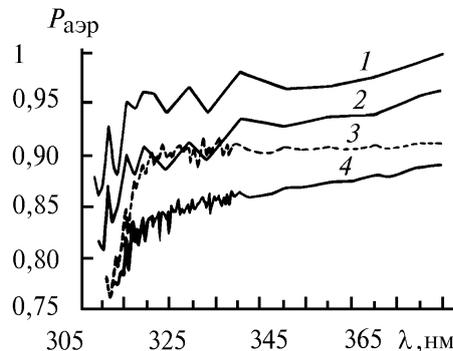
Г.А. Терез

**О ТОЧНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ НА КОМПОНЕНТЫ**

Показано, что использование классической формулы Аллена может привести к заметным систематическим погрешностям при вычислении рэлеевской составляющей прозрачности атмосферы.

В последнее десятилетие широкое развитие получили работы по измерению спектральной прозрачности атмосферы и разделению общей величины прозрачности на отдельные составляющие. В связи с этим приобретает особую важность вопрос о точности определения величины рэлеевской компоненты. Между тем, коэффициенты рэлеевского рассеяния в настоящее время даже в видимой области спектра, по данным разных авторов, различаются на несколько процентов, в ближней УФобласти (300 – 400 нм) это различие доходит до 10 – 12%.

Для анализа надежности определения величины рэлеевского рассеяния воспользуемся данными наблюдений, выполненными в обсерватории Мауна Кеа [1], известной как место с очень высокой прозрачностью атмосферы (высота 4170 м над уровнем моря). На рисунке для обсерватории Мауна Кеа показана аэрозольная составляющая прозрачности атмосферы, вычисленная для двух случаев: рэлеевская составляющая определена по известной формуле Аллена [2] (кривая 1) и по формуле, ранее предложенной авторам [3] (кривая 2).



Спектральная зависимость аэрозольной составляющей прозрачности земной атмосферы: обсерватория Мауна Кеа (рэлеевская и озоновая компоненты прозрачности, рассчитанные по данным [2] и [5, 6] (кривая 1), по данным [3] и [7] (кривая 2)); пик Терскол (рэлеевская и озоновая компоненты прозрачности, рассчитанные по данным [2] и [5, 6] (кривая 3), по данным [3] и [7] (кривая 4))

Как видно из рисунка, для длины волны больше 385 нм, если использовать формулу Аллена, аэрозольная составляющая прозрачности атмосферы превышает 1,0. Объяснить этот результат погрешностью измерения прозрачности на обсерватории Мауна Кеа невозможно, т.к. эти исследования были выполнены весьма тщательно и погрешность при  $\lambda = 385$  нм не превышала 1%. Таким образом, формула, предложенная автором, ближе к истине, потому что она, как отмечалось в [3], основана на экспериментальных данных для рэлеевского рассеяния.

Рассмотрим теперь область спектра 310 – 340 нм, где находится полоса поглощения озона Хюгинса. Для этого воспользуемся данными работы [4], в которой представлена кривая аэрозольной прозрачности (кривая 3 на рисунке) для пика Терскол, полученная исключением из общей прозрачности атмосферы рэлеевской и озоновой составляющих. Рэлеевское рассеяние авторы рассчитали по Аллену [2]. Для вычисления величины молекулярного поглощения озона

на были приняты коэффициенты поглощения озона по Вигру [5, 6] при температуре 223°К и приведенная толщина слоя озона 0,28 см. Авторы [4] отметили резкое уменьшение аэрозольной составляющей прозрачности в области ниже 325 нм при практически постоянном ее значении в области 325 – 400 нм.

На рисунке (кривая 4) показана аэрозольная составляющая для пика Терскол по наблюдательным данным [4], но с использованием формулы [3] для учета рэлеевского рассеяния и коэффициентов поглощения озона, по данным [7]. Как видно из рисунка, рассчитанная нами кривая аэрозольной прозрачности 4 лежит существенно ниже, чем аналогичная кривая в [4], и, самое главное, она плавно уменьшается в ультрафиолетовой области. Таким образом, вывод авторов [4] о резком уменьшении аэрозольной прозрачности в области ниже 325 нм нам представляется неверным.

Для определения величины аэрозольной составляющей в ультрафиолетовой области спектра необходимо исключить из общей величины атмосферной прозрачности кроме рэлеевской также и озоновую составляющую. Для ее вычисления обычно используются среднемесячные данные общего содержания озона  $X$  для данного места наблюдений. Это может привести к заметным погрешностям. Например, в [4] при анализе результатов наблюдений, выполненных в августе 1989 г. на пике Терскол, взята величина  $X$ , равная 0,28 см. В действительности в августе 1989 г. средние значения суммарного озона изменялись в пределах 0,27 – 0,30 см. Расчеты показывают, что такому изменению  $X$  соответствует изменение озоновой составляющей прозрачности атмосферы (для  $\lambda = 310$  нм) от 0,534 до 0,498, т.е. возможна систематическая погрешность  $\pm 3,5\%$ . При  $\lambda = 320$  нм эта погрешность уменьшается до  $\pm 1,1\%$ , при  $\lambda = 330$  нм она становится менее  $\pm 0,2\%$ .

Следует отметить, что в спектральной области 300 – 350 нм измеренные коэффициенты поглощения озона хорошо согласуются по данным разных исследований [6 ÷ 8]. Поэтому не имеет особого значения, какими источниками пользоваться при определении величины молекулярного поглощения озона. Отметим, что на кривых 3 и 4 аэрозольной компоненты видна структура полос озона. Это естественно, т.к. при обработке данных астрономических наблюдений, полученных на аппаратуре с низким спектральным разрешением, используются коэффициенты поглощения озона, измеренные с очень высоким разрешением (меньше, чем 0,07 нм [7]).

В заключение необходимо отметить, что изменение рэлеевской оптической толщины очень мало зависит от географической широты пункта наблюдений (не более 0,3% [9]). В то же время эффект изменения атмосферного давления более существен. Например, для г. Симферополя (высота 240 м над уровнем моря) атмосферное давление может меняться в пределах 950 – 1000 ГПа. При использовании в расчетах средней величины атмосферного давления это приводит к заметным погрешностям в УФ-области спектра:  $\pm 2,9$ ; 2,2; 1,7; и 0,9% для  $\lambda = 300, 320, 340$  и 400 нм соответственно.

1. Alloin D., Boulade O., Vigroux L. //Societe du telescope CFN. Annual report. 1986. P. 19.
2. Аллен К.У. Астрофизические величины. М.: Мир, 1977. 448 с.
3. Терез Г.А. // Изв. АН СССР. Сер. ФАО. 1990. Т. 26. N 5. С. 550–553.
4. Бурилов-Васильев К.А., Васильева И.Э. // Изв. АН СССР. Сер. ФАО. 1992. Т. 28. N 12. С. 1170–1175.
5. Vigroux E. // Ann. Phys. 1953. V. 8. P. 759–762.
6. Vigroux E. // Ann. Phys. 1967. V. 2. N 4. P. 209–215.
7. Molina I.T., Molina M.J. // Jour. Geoph. Res. 1986. V. 91. ND 13. P. 14501–14508.
8. Paur R.J., Bass A.M. Proceedings of the Quadrennial Ozone Symposium, Halkidiki, Greece, edited by C. Zeferos and A. Chazi. D. Reidel, Hingham, Mass., 1985. P. 611–616.
9. Гашко В.А., Шифрин К.С. // Оптика океана и атмосферы: Материалы VI Пленума РГ по оптике океана. Баку: ЭИМ, 1983. С. 314–319.

Симферопольский государственный университет

Поступила в редакцию  
4 января 1995 г.

G. A. Terez. **On Accuracy of Atmospheric Spectral Transparency Separation into Components.**

It is shown that the use of the Allen's classic formula may result in significant systematic errors when calculating atmospheric transparency Rayleigh component.