



В. Б. ШАРОНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ В АТМОСФЕРЕ ВЕНЕРЫ ИЗ НАБЛЮДЕНИЙ ЯВЛЕНИЯ ЛОМОНОСОВА

(Представлено академиком Ю. Ю. Шмидтом 29 XI 1951)

Для определения угла горизонтальной рефракции в атмосфере Венеры обычно используют результаты измерений удлинения рогов серпа планеты около времени нижнего соединения. Однако такой метод, как неоднократно указывалось, не позволяет отделить эффект собственно рефракции от сумеречных явлений, связанных с рассеянием света в атмосфере Венеры, чем и объясняются получаемые при его помощи невероятные значения горизонтальной рефракции порядка градусов и больше.

Между тем, еще в 1761 г. М. В. Ломоносов⁽¹⁾, наблюдая прохождение Венеры по диску Солнца, открыл и совершенно правильно объяснил замечательное явление, состоящее в образовании узкого светового ободка вокруг сегмента диска Венеры, еще не вступившего на солнечный диск.

Это величайшее открытие не было оценено в должной мере ни тогда, ни теперь. Даже в современной нашей учебной и популярной литературе явление, открытое Ломоносовым, нередко смешивают с явлением сумеречного кольца, наблюдаемого при некоторых нижних соединениях и не имеющего с ним ничего общего.

Явление Ломоносова дает единственную возможность наблюдать рефракцию в атмосфере Венеры в чистом виде, поскольку яркий ободок представляет собою не что иное, как рефрагированное изображение солнечного диска.

Рассмотрение вопроса с точки зрения диоптрики легко приводит к следующим выводам. Пусть некоторый луч, выходящий из точки наблюдения, проходит в атмосфере Венеры на такой высоте над поверхностью планеты, что горизонтальная рефракция для него равна углу отклонений в результате прохождения всей толщи атмосферы α . Ввиду того, что толщина атмосферного слоя незначительна по сравнению с радиусом Венеры, угловое расстояние точки вступления луча в атмосферу планеты от центра диска последней можно принять равным угловому радиусу диска B . Точно так же расстояние Av этой точки от наблюдателя можно принять равным геоцентрическому расстоянию центра Венеры, а последнее — разности радиусов-векторов $r_3 - r_в$ Земли и Венеры. Если $\alpha = 0$, то преломленный луч направляется параллельно прямой наблюдатель — центр Венеры, следовательно, при $\alpha < 0$ конус, образованный преломленными лучами, будет расходящимся, а при $\alpha > 0$ — сходящимся, причем его вершина (точка фокуса) будет лежать от точки наблюдения (Земли) на

расстоянии Δ_T , выражаемом равенством:

$$\Delta_T = \Delta_B \frac{2\omega}{2\omega - \delta}.$$

Применяя численные значения: $\delta = 32''$, $r_3 = 1$, $r_B = 0,723$, достаточные для приближенного расчета, получаем, что при $\omega = 22''$ будет $\Delta_T = 1$, т. е. фокус находится на расстоянии центра Солнца. Таким образом, при $\omega < 16''$ конус расходится, при $16'' < \omega < 22''$ конус сходится, но фокус лежит за Солнцем, а при $\omega > 22''$ — перед Солнцем.

При $\omega > 22''$ рефрагированное изображение появляется на конце диаметра диска Венеры, противоположном центру солнечного диска, и отсюда распространяется вдоль лимба, в дальнейшем смыкаясь в кольцо — случай, подробно изученный в фотометрической теории лунных затмений. При $\omega < 22''$ это изображение, напротив, появляется на конце диаметра, направленном к центру солнечного диска, и притом уже на фоне последнего, после чего также распространяется вдоль лимба и смыкается в кольцо в противоположной Солнцу точке. Последнее происходит при угловом расстоянии χ этой точки от края Солнца, равном

$$\chi'' = \frac{r_B}{2r_3} \omega'',$$

Наконец, если $\omega = 22''$, то все кольцо появляется сразу в тот момент, когда центр диска Венеры пересекает край Солнца.

Просмотр многочисленных описаний явления Ломоносова, наблюдавшегося в 1761, 1769, 1874 и 1882 гг., показывает, что рефрагированное изображение всегда появляется у солнечного края, от которого растет в виде двух рожек или усиков, охватывающих диск Венеры с двух сторон и впоследствии смыкающихся в противоположной Солнцу точке этого лимба. Это доказывает, что горизонтальная рефракция в прозрачной части атмосферы Венеры не достигает $22''$. В дальнейшем течении явления ширина и яркость светового ободка возрастают, что естественно объясняется уменьшением угла χ и связанным с этим добавлением изображений, полученных за счет преломления лучей в более высоких и разреженных слоях атмосферы планеты, для которых ω меньше.

Из материалов, содержащихся в опубликованных отчетах по наблюдениям прохождений Венеры, часто можно довольно уверенно получать отношение $\chi/2\delta$, которое мы обозначим через N . Оно связано с ω равенством:

$$\omega'' = \delta'' \frac{r_3}{r_B} N = 44'' N.$$

У Ломоносова $N = 0,1$, чему соответствует горизонтальная рефракция всего в $4''$. Однако наблюдения прохождений 1874 и 1882 гг., выполненные при помощи достаточно совершенных и мощных телескопов, дают значения N , приближающиеся к $0,5$, в согласии с чем находится и быстрое образование светового ободка. Поэтому можно принять, что наблюдения прохождений Венеры по солнечному диску дают для горизонтальной рефракции значение, близкое к $20''$. Разумеется, это значение относится к прозрачному газовому слою, лежащему поверх пласта облакоподобного аэрозоля, скрывающего видимую поверхность Венеры.

Необходимо отметить, что образование ободка происходит далеко неравномерно, например, с одной стороны раньше, чем с другой. Наблюдалось также появление отдельных светлых пятен до полного формирования ободка или отдельных утолщений и разрывов на последнем. Это доказывает наличие заметных колебаний рефракции, кото-

рые можно объяснить либо колебаниями физического состояния газового слоя (плотность, температура) либо, что вероятнее, различиями в высоте верхней границы облачного слоя.

Незначительный угол рефракции ω , полученный выше, находится в противоречии с большой величиной сумеречной дуги Венеры, которая из наблюдений удлинения рогов, выполненных на темном фоне, получается порядка $5-6^\circ$. Для объяснения этого противоречия требуется введение специальных гипотез. Например, можно предположить, что аэрозольный слой представляет собою сравнительно тонкую «скорлупу», плавающую в атмосфере Венеры на большой высоте над поверхностью и подстилаемую прозрачным газом.

Поступило
6 XI 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ М. В. Ломоносов, Явление Венеры на Солнце, наблюдаемое в Санктпетербургской императорской академии наук мая 26 дня 1761 года, 1761; соч. 5, 1902, стр. 67—84; 113—128.