

В. Е. ПАВЛОВ, Я. А. ТЕЙФЕЛЬ, В. П. ГОЛОВАЧЕВ

О ГЛУБИНЕ ФРАУНГЕФЕРОВЫХ ЛИНИЙ В СВЕЧЕНИИ ДНЕВНОГО НЕБА

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 29 II 1972)

Исследования ряда авторов (¹⁻³) указывают на уменьшение глубины фразунгоферовых линий в спектре дневного и сумеречного неба по сравнению с прямым солнечным светом. В длинноволновом ультрафиолете (396,8 мμ) этот эффект может достигать 25% (²), в синей (438,3 мμ) и в желтой (589 мμ) областях спектра 3 и 1% соответственно (³). Из поляризационных измерений в видимой области следует явное уменьшение степени поляризации света дневного неба в центре фразунгоферовой линии, что позволило отнести указанные эффекты за счет присутствия в атмосфере избыточного излучения, имеющего, в частности, флуоресцентную природу (³).

Обращает на себя внимание резкое возрастание эффекта с уменьшением длины волны λ , в связи с чем представляется небезынтересным распространение исследований в ультрафиолетовую область спектра. Для этой цели был использован у.-ф. спектрополяриметр дневного неба (⁴), созданный на базе двойного кварцевого монохроматора.

Измерения яркости и поляризации света дневного неба проводились в фразунгоферовых линиях *H* (396,8 мμ), *K* (393,4 мμ), *L* (382,0 мμ) и *N* (358,1 мμ). Поскольку чувствительность аппаратуры не позволяла регистрировать световой поток, заключенный в спектральном диапазоне, меньшем 0,2 мμ, и, следовательно, изучать детальный контур линий, то во время эксперимента определялись интенсивности и степени поляризации света неба в трех точках, соответствующих центру фразунгоферовой линии и двум близлежащим по обе стороны максимумам. Одновременно измерялась прямая солнечная радиация, отраженная серым гипсовым экраном, альбедо которого было подобрано таким образом, чтобы его яркость была приблизительно равна яркости неба. Собственная поляризация света в приборе была детально исследована и при обработке результатов измерений в каждом спектральном участке вносились соответствующие поправки.

В табл. 1 приведены усредненные данные уменьшения глубины фразунгоферовых линий (в %) при $\Delta\lambda = 0.2$ мμ в разных точках неба. Измерения проводились на высоте 1450 м над уровнем моря. Из приведенных данных следует, что уменьшение глубины фразунгоферовых линий значительно во всем исследуемом спектральном диапазоне. Оно максимально в линии *K* и минимально в линии *L*. Наибольшие искажения контуров имеют место в области минимальной яркости неба ($\varphi = 80^\circ$, вертикал Солнца), наименьшие — вблизи Солнца. Если этот эффект обусловлен присутствием в атмосфере избыточного излучения, не содержащего фразунгоферовых линий, то, согласно табл. 1, его индикатриса яркости менее асимметрична, чем для обычного диффузного света.

Попытаемся разрешить вопрос, что является причиной вышеуказанного явления: перераспределение энергии по частотам или присутствие избыточного излучения в атмосфере. Нами был подробно исследован непрерывный спектр дневного неба. В течение ряда летних ясных дней были

проведены измерения коэффициентов прозрачности атмосферы и яркости неба в области 360—400 мμ в альмукантарате и вертикале Солнца на угловых расстояниях $\varphi = 40 - 140^\circ$. Устойчивость оптических свойств атмосферы контролировалась методом Е. В. Пясковской-Фесенковой ⁽⁴⁾. Результаты измерений яркости неба в абсолютных единицах сопоставлялись с данными теоретических расчетов, выполненных методом сложения компонент функций рассеяния ⁽⁵⁾ для случая чистого рассеяния. Аэрозольная индикатриса рассеяния принималась соответствующей нормальному юнговскому распределению, многократное рассеяние вычислялось по рэлеевской модели, альbedo травяного покрова принималось равным нулю.

На рис. 1 приведена гистограмма отклонений экспериментальных яркостей от теоретических. Обращает на себя внимание сдвиг гистограммы вправо от оси ординат, что соответствует систематическому превышению наблюдаемых яркостей над теоретическими. Среднее квадратичное отклонение составляет ~20%. Итак, если принятые в основу теоретических расчетов предположения более или менее соответствуют действительности, то рис. 1 говорит в пользу существования в атмосфере избыточного излучения, не укладывающегося в обычные представления о рассеянии света.

Попытаемся охарактеризовать некоторые свойства этого гипотетического излучения. Эффект уменьшения глубины фраунгоферовых линий несколько ослабевает при наличии сплошной плотной облачности (см. табл. 1) и для линии К составляет ~17%, для линии Н 15% ⁽²⁾, т. е. остается довольно заметным. Этот эксперимент исключает возможность поступления избыточного излучения из верхних слоев атмосферы: плотные облака играют роль экрана. Аналогичный результат был получен из самолетных измерений ⁽³⁾.

Поляризационные измерения света дневного неба показали, что в центре фраунгоферовых линий Н и К степень поляризации для углов рассеяния $\varphi = 90^\circ$ всегда на 2—6% ниже, чем в непрерывном спектре. В линиях L и N деполаризация существенно меньше, и нередко случаи, когда

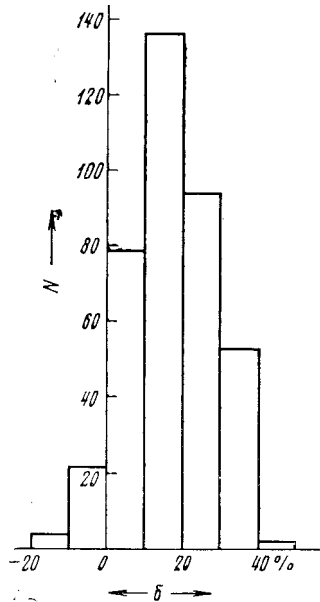


Рис. 1

Таблица 1

Источник	Н	К	L	N
$\varphi = 20^\circ$, альмукантарат Солнца	11 ± 2	12 ± 2	3 ± 1	7 ± 2
$\varphi = 90^\circ$, альмукантарат Солнца	14 ± 2	16 ± 2	4 ± 1	8 ± 2
$\varphi = 90^\circ, 80^\circ$, вертикал Солнца	22 ± 2	24 ± 2	8 ± 1	16 ± 3
Пасмурное небо, $\varphi \sim 80^\circ$, вертикал	—	17 ± 4	—	11 ± 4

значения степени поляризации в линии и вне ее, в пределах погрешностей измерений, остаются неизменными, в то время как имеет место отчетливое уменьшение глубины фраунгоферовой линии в спектре неба. Это свидетельствует о частичной поляризации избыточного излучения, в предельном случае совпадающей с поляризацией рассеянного света, что затрудняет интерпретацию наблюдаемого эффекта как флуоресцентного явления.

По-видимому, необходимы какие-то принципиально иные соображения, которые смогли бы объяснить столь сильную деформацию контуров фразунгоферовых линий в спектре дневного неба.

Астрофизический институт
Академии наук КазССР
Алма-Ата

Поступило
9 III 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Н. Шефов, Сборн. Спектральные, электрофотометрические и радиолокационные исследования полярных сияний и свечение ночного неба, 1, 1959, стр. 25.
² J. R. Grainger, J. Ring, Nature, 193, № 4817, 762 (1962). ³ Дж. Ноксон, Р. Гуди, Физика атмосферы и океана, 1, № 3, 275 (1965). ⁴ Е. В. Пясковская-Фесенкова, Исследование рассеяния света в земной атмосфере, М., 1957.
⁵ А. И. Иванов, Г. Ш. Лившиц и др., Рассеяние света в атмосфере, ч. II, Алма-Ата, 1968.