

УДК 523.34

## Измерения яркости неба с поверхности Луны на аппарате «Луноход-2» (эксперимент Крымской астрофизической обсерватории)

А. М. Зверева

Кримська астрофізична обсерваторія ДКНТ України, Наукове

*Надійшла до редакції 16.05.96*

---

Подается описание серии экспериментов по наблюдению свечения лунного неба, проведенных на КА «Луноход-2» за помощью установленного на нем двоканального фотометра Крымской астрофизической обсерватории.

---

Среди внеатмосферных экспериментов Крымской астрофизической обсерватории (КраО), начавшихся в 1959 г. с установки первого астрофизического прибора — солнечного спектрометра на третьем корабле-спутнике (Прокофьев, 1961), можно выделить серию экспериментов по наблюдению фона неба с помощью широкоугольных астрофотометров, разработанных и изготовленных в КраО. Целью этих экспериментов было определение интегральной яркости фона неба, как в УФ, так и в видимой областях спектра и определение физических характеристик пыли и газа межпланетного и межзвездного пространства (после исключения звездной составляющей). В этой серии экспериментов выделяется своей уникальностью эксперимент на аппарате «Луноход-2», где предметом изучения становится свечение лунного неба. Помимо научной, ставилась и прикладная задача: определение приемлемости условий на поверхности Луны для возможной установки там астрономических телескопов.

На аппарате «Луноход-2» (январь—март 1973 г.) было измерено свечение лунного неба в местном зените в районе кратера Лемонье с помощью широкоугольного ( $250^\circ$ ) двухканального фотометра, одновременно в УФ (270 нм) и видимой (540 нм) областях спектра. Фотометр был разработан и изготовлен в КраО на основе созданного ранее фото-

метра АФ-3, успешно работавшего на низкоорбитальных ИСЗ «Космос-51» (1964) и «Космос-213» (1968) (Dimov et al., 1970; Димов, Северный, 1972; Димов и др., 1972). Благодаря этим двум экспериментам на ИСЗ «Космос-51» и «Космос-213» был получен первый опыт фотометрических внеатмосферных измерений яркости неба. На аппарате «Луноход-2» был использован модернизированный фотометр АФ-3 (внешний вид прибора мало отличается от приведенного в статье Dimov et al., 1970), так как для успешного проведения эксперимента потребовалась тщательная подготовка измерительной аппаратуры с учетом быстрых и больших перепадов температур за время измерений, а также применение специальных бленд для защиты от засветки сторонними источниками света (Солнце, Земля).

При тесном сотрудничестве с группой управления путем маневрирования КА «Луноход-2» и манипулирования его крышкой, удалось провести 12 сеансов наблюдений, в основном во время лунного дня, два — во время «сумерек» и один — «глубокой» лунной ночи. К сожалению, из-за очень медленного вращения программного устройства прибора при низких температурах и ограниченного времени сеансов во время лунной ночи не было получено данных об УФ-свечении лунного ночного

неба, так был проведен только один 10-минутный сеанс наблюдений.

В результате эксперимента на аппарате «Луноход-2» было зарегистрировано избыточное свечение лунного неба как в видимом, так и в УФ-диапазонах спектра (Severny et al., 1975). Измеренная избыточная яркость в полосе  $V$  лунного дневного неба во время наблюдений в тени крышки аппарата «Луноход-2», а также  $V$ -яркость лунного ночного неба после учета излучения звезд и зодиакального света в основном может быть отнесена за счет света Земли, рассеянного блендами фотометра. Расчеты показали, что избыточная УФ-яркость неба никоим образом не может быть приписана рассеянному свету от Земли. Наблюдаемая яркость лунного неба, зарегистрированная в УФ-канале фотометра (270 нм) превосходила ожидаемую в 2.5—16 раз. В частности, УФ-яркость лунного «сумеречного» неба через час после захода Солнца в 3.3 раза превосходила ожидаемую яркость неба от свечения звезд и зодиакального света и рассеянного на блендах фотометра света Земли. Зарегистрированное УФ-свечение показало характерный ход с зенитным расстоянием Солнца (Зверева и др., 1975), хорошо согласующийся с тем, который следует из индикатрисы рассеяния лунной пыли (Мороженко, Яновицкий, 1971). Кроме того, обнаружено, что эффект рассеяния сильнее проявляется после длительного освещения поверхности Луны солнечным светом. Все это указывало на возможное образование пылевой рассеивающей среды над поверхностью Луны в результате «соляризации» лунной почвы.

Полученные на КА «Луноход-2» данные в совокупности с другими наблюдательными данными свидетельствуют о возможном существовании нестационарной пылевой атмосферы Луны.

В предположении плоскопараллельного рассеивающего слоя по избыточному свечению в сумеречном сеансе получена оценка оптической толщи рассеивающего пылевого слоя —  $3.6 \cdot 10^{-6}$  (расчеты выполнены В. П. Грининым). Расчеты показывают, что для двух характерных размеров пылинок лунного грунта, 10 и 70 мкм, такая оптическая толщина могла быть обусловлена 4.5 и 0.1 частиц в столбе с основанием в  $1 \text{ см}^2$  соответственно (Зверева и др., 1974; 1975). Такая малая концентрация пыли над поверхностью Луны не может быть выявлена при наблюдениях края Луны с Земли.

Полученные оценки возможной нестационарной концентрации пыли над лунной поверхностью из-за ее малости не противоречат имеющимся наблюдательным данным, связанным с поисками атмосферы Луны: фотографиям лунного неба в линии  $L_{\alpha}$ , полученным с поверхности Луны на станции

«Аполлон-16» (Carruthers, Page, 1972); указаниям, что над поверхностью Луны существует чрезвычайно разреженная атмосфера (Siscoe, Mukherjee, 1972; Johnson et al., 1972; Розенберг, 1970; Васильев и др., 1972).

В пользу существования нестационарной пылевой атмосферы вокруг Луны свидетельствует также яркая и протяженная светящаяся полоса вдоль лунного горизонта, неоднократно наблюдавшаяся на станциях «Surveyor» после захода Солнца (Criswell, 1972; Rennilson, Criswell, 1973), связанная с процессом «левитации» — электризации лунной пыли под действием солнечных рентгеновских лучей и ее подъемом на некоторую высоту. Другим свидетельством такой атмосферы могут рассматриваться наблюдения команды «Аполлон-17» с лунной орбиты оптических эффектов лунной пылевой атмосферы или локальных рассеивающих слоев, простирающихся даже над орбитой корабля (McCoy, Criswell, 1973).

Планируемое продолжение эксперимента КрАО по изучению яркости лунного неба (особенно в УФ-области спектра) не было осуществлено в связи со свертыванием лунной программы исследований в бывшем СССР. Дальнейшим развитием программы КрАО наблюдений УФ космического фона на большом удалении от Земли было проведение эксперимента «Галактика» на высокоапогейных станциях «Прогноз-6» и «Прогноз-7» в 1977—1978 гг. с помощью спектрометра, созданного совместно с французскими учеными (Zvereva et al., 1982; Severny, Zvereva, 1983).

В настоящее время ЗИП аппарата «Луноход-2» («Луноход-3») с установленным на борту астрофотометром КрАО экспонируется в музее НПО им. С. А. Лавочкина (Россия, Москва).

Васильев и др. Предварительные результаты исследования окололунной плазмы // Доклады АН СССР.—1973.—212, № 1.—С. 67—70.

Димов Н. А., Зверева А. М., Северный А. Б. Внеатмосферные наблюдения светимости неба со спутников Космос-51 и Космос-213. II. Результаты измерений и их интерпретация // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1972.—45.—С. 53—89.

Димов Н. А., Северный А. Б. Внеатмосферные наблюдения светимости неба со спутников Космос-51 и Космос-213. I. Метод и калибровка измерений // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1972.—45.—С. 53—89.

Зверева А. М., Северный А. Б., Терез Э. И. Измерения яркости лунного неба на Луноходе-2 // Космич. исследования.—1974.—12, вып. 6.—С. 910—916.

Зверева А. М., Северный А. Б., Терез Э. И. Результаты исследований яркости лунного неба, полученные с помощью астрофотометра АФ-ЗЛ, установленного на Луноходе-2 // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1975.—53.—С. 3—28.

- Мороженко А. В., Яновицкий Э. Г. Оптическая модель поверхности Марса в видимом участке спектра // Астрон. журн.—1971.—48, вып. 4.—С. 795—809.
- Прокофьев В. К. Измерения далекого ультрафиолетового излучения на Солнце // Искусств. спутники Земли.—1961.—Вып. 11.
- Розенберг Г. В. Атмосферное давление на Луне по данным сумеречного фотографирования Surveyor-VII // Астрон. журн.—1970.—47, вып. 2.—С. 449—452.
- Carruthers G. R. and Page T. Far UV Camera-Spectrograph. Apollo-16 preliminary report // NASA SP-315.—1972.—13.1-13.14.
- Criswell D. R. Lunar Dust Motion: Proc. Third Lunar Sci. Conf., Suppl. 3, Geochim // Cosmochim. Acta.—1972.—3.—P. 2671—2680.
- Dimov N. A., Severny A. B., and Zvereva A. M. The night sky brightness measured from satellites Kosmos 51 and 213 // Ultraviolet Stellar Spectra and Ground-Based Observations: IAU Symp. N 36 / Eds L. Houziaux and H. E. Butler. — Dordrecht-Holland, 1970.—P. 325—333.
- Johnson F. S., Evans D. E., Carroll J. M. Observation of Lunar Atmosphere // Space Res.—1972.—12.—P. 99—105.
- McCoy J., Criswell D. R. Evidence for a Lunar Dust Atmosphere etc. Preprint Lunar Science Institute. Houston, Texas, 1973.
- Rennilson J. J., Criswell D. R. Surveyor Observations of Lunar Horizon-glow // COSPAR Proc. Session i. 17, FRG, 1973.
- Severny A. B., Terez E. I., and Zvereva A. M. The measurements of sky brightness on Lunokhod-2 // The Moon.—1975.—14.—P. 123—128.
- Severny A. B., Zvereva A. M. Possible interpretation of UV-sky background radiation observed in space experiment “Galaktika” // Astrophys. Lett.—1983.—23.—P. 71—77.
- Siscoe G. L., Mukherjee N. R. Upper Limits on the Lunar Atmosphere Determined from Solar-Wind Measurements // J. Geophys. Res.—1972.—77, N 31.—P. 6042—6051.
- Zvereva A. M., Severny A. B., Granitzky L. V., et al. Ultraviolet Spectrum of the Sky Background at Different Galactic Latitudes // Astron. and Astrophys.—1982.—116.—P. 312—322.

---

**SKY BRIGHTNESS MEASUREMENTS  
MADE BY THE “LUNOKHOD-2” APPARATUS  
FROM THE LUNAR SURFACE (A CRIMEAN  
ASTROPHYSICAL OBSERVATORY EXPERIMENT)**

*A. M. Zvereva*

We describe a series of measurements of the Moon's sky brightness made with a two-channel photometer of the Crimean Astrophysical Observatory mounted on the “Lunokhod-2” apparatus.