

К-14028
П 224440

МИНИСТЕРСТВО

ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

**ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

№ 8

СЕРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ

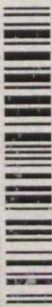
ВЫПУСК 2

ИЗДАТЕЛЬСТВО ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

1965

Цена 29 коп.

V.N. Karazin Kharkiv National University



00195714

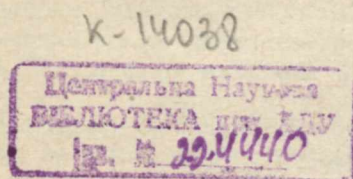
9

ВЕСТНИК
ХАРЬКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 8

СЕРИЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ

ВЫПУСК 2



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ХАРЬКОВСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА им. А. М. ГОРЬКОГО
Харьков 1965

Редакционная коллегия:

акад. АН УССР Н. П. Барабашов (ответственный редактор), доц. В. И. Езерский, доц. К. Н. Кузьменко (секретарь), доц. В. Х. Плужников, канд. физ.-матем. наук А. Т. Чекирда.

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БОЛЬШОГО ТЕМНОГО ПЯТНА НА ВЕНЕРЕ

Н. П. Барабашов, И. Л. Белкина

Как уже сообщалось в астрономическом циркуляре [1], сотрудниками Харьковской астрономической обсерватории на фотографиях Венеры, сделанных через ультрафиолетовый светофильтр с помощью $10\frac{1}{4}$ -дюймового рефлектора (масштаб $14''$ на мм), а также на спектрограммах, снятых в 1964 г. с помощью телескопа АЗТ-7 со спектрографом АСП-9 (дисперсия $140 \text{ \AA/мм}$ у H_γ), были обнаружены большие темные пятна.

О. М. Стародубцева обнаружила темное образование на Венере. по фотографиям, снятым ею в ультрафиолетовых лучах 9 марта 1964 года. Другое очень большое темное пятно было обнаружено Н. П. Барабашовым на фотографиях Венеры и И. Л. Белкиной на спектрограммах, полученных ею с помощью указанного выше спектрографа. Это большое пятно занимало приблизительно 0,3 освещенной части диска Венеры и было заметно на спектрограммах между 30 августа и 19 сентября 1964 года. Особенно темным пятно было 3 сентября 1964 г., когда оно достигло наибольших размеров и занимало площадь около $20\,000\,000 \text{ кв. км}$.

Впервые на фотографиях темные и светлые пятна на Венере были обнаружены Россом, который фотографировал Венеру на 60- и 100-дюймовых рефлекторах. Эти пятна были замечены лишь на снимках, сделанных через ультрафиолетовый светофильтр.

Светлые пятна, отчетливо видимые на снимках, имеют более или менее округлую форму и чаще встречаются у рогов серпа Венеры. Темные пятна имеют чаще всего форму нешироких полос и располагаются у экватора интенсивности планеты.

Слайферу на фотографиях Венеры, сделанных через фиолетовый и ультрафиолетовый светофильтры на Ловелловской обсерватории, удалось обнаружить и очень большие, не имеющие формы полос темные пятна [2].

Темное пятно, наблюдавшееся Харьковской обсерваторией в августе—сентябре 1964 г., тоже не имело формы полосы, а было округлым с неровными, зубчатыми краями. Наиболее темным оно казалось в середине и наиболее светлым у краев.

Фотометрической обработке впервые подверглись спектрограммы пятна, полученные 30 и 31 августа и 3, 7, 15, 17 и 19 сентября 1964 года. В табл. 1 приведен список измеренных спектрограмм.

Все обработанные спектры были получены на пластинках Agfa Isopan ISS. Привязка осуществлялась к спектрам Солнца и Ригеля.

Спектры Венеры и Солнца фотографировались почти с одинаковыми экспозициями порядка 20—40 сек., блеск Солнца ослаблялся с помощью диафрагмы и нейтрального светофильтра НС-9. Диафрагма имела четыре круглых отверстия равных диаметров, расположенные по окруж-

Таблица 1

№ спектро- грамм Венеры	Дата	Угол фазы Венеры	Всемирное время спектро- граммы Венеры	Привязка	
				Объект привязки	Всемирное время спектра привязки
	1964 г.				
1	30 августа . . .	89°,3	7 ^h 01 ^m	Солнце	11 ^h 06 ^m
2	"	89,3	7 03	Ригель	7 35
3	"	89,3	8 02	Солнце	11 06
4	31 августа . . .	88,7	7 37	Ригель	7 35
5	"	88,7	7 39	Солнце	11 58
6	"	88,7	7 42	"	11 38
7	3 сентября . .	86,9	7 15	"	11 48
8	"	86,9	7 30	"	11 20
9	"	86,9	7 36	Ригель	6 59
10	7 сентября . . .	84,6	7 38	Солнце	11 30
11	"	84,6	7 55	Ригель	6 59
12	"	84,6	7 58	Солнце	11 30
13	"	84,6	8 02	"	11 35
14	15 сентября . . .	80,3	8 01	Ригель	7 02
15	"	80,3	8 06	Солнце	11 50
16	17 сентября . . .	79,1	7 58	"	11 58
17	"	79,1	8 00	Ригель	11 58
18	"	79,1	8 13	Солнце	7 22
19	19 сентября . . .	78,0	8 04	Ригель	11 58
20	"	78,0	8 06	Солнце	7 22
				"	12 08
					12 05
					12 05

ности через 90°. При этом ход лучей в аппаратуре в среднем соответствовал ходу лучей при полном отверстии.

Отклонение фильтра НС-9 от нейтральности учитывалось при обработке.

Для того чтобы исключить влияние поглощения света в земной атмосфере, спектры Венеры, Солнца и Ригеля фотографировались на одинаковых высотах с точностью до 1°.

Ясная и устойчивая погода дала возможность провести привязки к Солнцу достаточно уверенно. Шкала наносилась с помощью шестиступенчатого ослабителя, через который фотографировался спектр дневного неба в зените.

Эмульсия Isopan ISS показала некоторое изменение коэффициента контрастности с длиной волны. Поэтому для исследуемого участка 3700—6500 Å необходимо было использовать минимум семь характеристических кривых для каждого из спектральных участков.

Для получения спектров отдельных областей Венеры диск планеты пересекался щелью спектрографа по различным направлениям. Были сделаны разрезы вдоль экватора интенсивности, параллельно ему, а также разрезы, параллельные терминатору.

Для данной работы были использованы только разрезы, параллельные терминатору, на которых пятно видно в центральной части спектра.

На рис. 1,а показано расположение щели спектрографа на диске Венеры при получении спектров № 1—10, а на рис. 1,б — при получении спектров № 11—20.

Спектрограммы промерялись на саморегистрирующем микрофотометре МФ-4, в котором селеновый фотоэлемент заменен фотоумножителем ФЭУ-25. Все спектры Венеры № 1—20 были промерены вдоль дисперсии. Кроме того, спектрограммы № 12, 13, 19 и 20 были промерены поперек дисперсии в пяти длинах волн. Интенсивности спектра Венеры сравнивались с интенсивностями спектров Солнца и Ригеля одних и тех же длин волн в точках, по возможности свободных от линий поглощения.

Результаты представлены графически на рис. 2—3 в виде зависимости

$$\lg \frac{I_{\odot}}{I_{\odot}} \text{ и } \lg \frac{I_{\odot}}{I_{\text{Ригеля}}} \text{ от длины волны.}$$

Эти кривые даются для области пятна 30, 31 августа, 3, 7 и 15 сентября и для соответствующей области, но уже при отсутствии пятна 17 и 19 сентября.

За каждый день наблюдений было обработано по 2—4 спектра Венеры. Кривые на рис. 2—3 дают среднее за каждый день распределение.

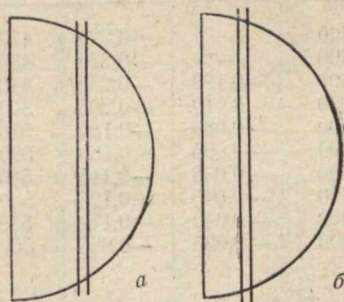


Рис. 1. Положение щели спектрографа на диске Венеры при получении спектров.

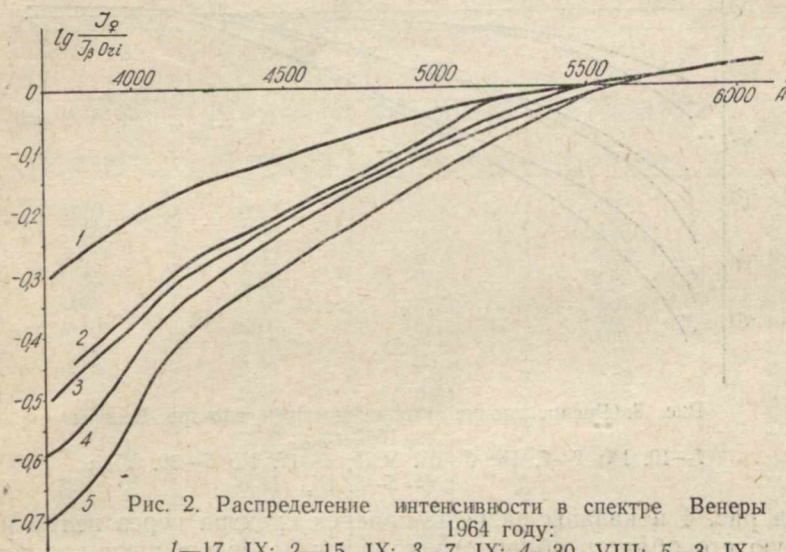


Рис. 2. Распределение интенсивности в спектре Венеры в 1964 году:

1—17. IX; 2—15. IX; 3—7. IX; 4—30. VIII; 5—3. IX.

Средняя квадратическая ошибка одной точки на кривых колеблется в пределах от $\pm 0,02 \lg \frac{I_{\odot}}{I_{\odot}}$ в красной части спектра до $\pm 0,04 \lg \frac{I_{\odot}}{I_{\odot}}$ — в фиолетовой. Возрастание ошибки в коротковолновой области спектра объясняется наличием большого числа линий поглощения в спектрах Солнца и Венеры, затрудняющих нахождение непрерывного спектра.

В табл. 2 показано распределение интенсивности в спектре Венеры 17 и 19 сентября, когда пятно на планете практически отсутствовало, причем распределение 17 сентября дается относительно спектра Ригеля, а 19 сентября — относительно спектра Солнца.

Таблица 2

$\lambda \text{ \AA}$	19 сен- тября $\lg \frac{I_{\odot}^{\circ}}{I_{\odot}}$	17 сен- тября $\lg \frac{I_{\odot}^{\circ}}{I_{\odot}^{\text{pori}}}$	$\lambda \text{ \AA}$	19 сен- тября $\lg \frac{I_{\odot}^{\circ}}{I_{\odot}}$	17 сен- тября $\lg \frac{I_{\odot}^{\circ}}{I_{\odot}^{\text{pori}}}$	$\lambda \text{ \AA}$	19 сен- тября $\lg \frac{I_{\odot}^{\circ}}{I_{\odot}}$	17 сен- тября $\lg \frac{I_{\odot}^{\circ}}{I_{\odot}^{\text{pori}}}$
3700	—	-0,290	4700	-0,030	-0,080	5700	0,005	0,015
3800	—	-0,270	4800	-0,025	-0,065	5800	0,010	0,020
3900	-0,120	-0,235	4900	-0,020	-0,055	5900	0,010	0,025
4000	-0,110	-0,205	5000	-0,015	-0,040	6000	0,015	0,030
4100	-0,080	-0,180	5100	-0,010	-0,030	6100	0,015	0,035
4200	-0,065	-0,160	5200	-0,010	-0,020	6200	0,020	0,040
4300	-0,055	-0,145	5300	-0,005	-0,010	6300	0,020	0,045
4400	-0,045	-0,125	5400	-0,005	-0,005	6400	0,025	0,055
4500	-0,040	-0,110	5500	-0,000	-0,000	6500	0,030	0,065
4600	-0,035	-0,095	5600	-0,005	-0,010	—	—	—

Табл. 3 и 4 содержат выраженное в звездных величинах распределение интенсивности в спектре пятна в сравнении с распределением интенсивности в спектрах, полученных 17 и 19 сентября.

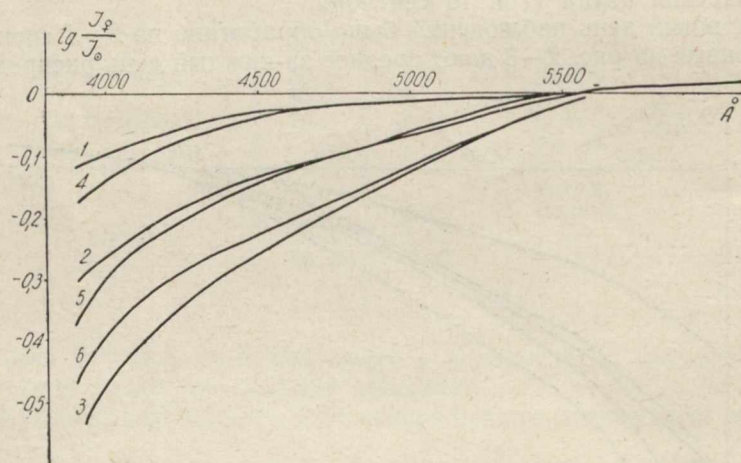


Рис. 3. Распределение интенсивности в спектре Венеры

в 1964 году:
1—19. IX; 2—7. IX; 3—31. VIII; 4—17. IX; 5—30. VIII;
6—3. IX.

На рис. 4 показаны разрезы поперек спектра через пятно и окружающую его область облачного покрова Венеры в пяти длинах волн: 3900, 4200, 4500, 4800, 5100 Å. Эти разрезы усреднены по спектрам № 12 и 13. Для сравнения дается разрез поперек спектров Венеры № 19 и 20 при отсутствии пятна.

В табл. 5 приведены контрасты: пятно — та же область Венеры, но при отсутствии пятна для указанных выше длин волн.

В табл. 6 даются цветовые избытки области пятна на Венере относительно Солнца, а также цветовые избытки той же области планеты при отсутствии пятна.

Рассмотрев весь имеющийся в нашем распоряжении материал наблюдения спектров темного пятна на Венере, мы можем сделать следующие заключения.

Таблица 3

$\lambda \text{Å}$	Δm			
	17 сентября	17 сентября	17 сентября	17 сентября
	— 30 августа	— 3 сентября	— 7 сентября	— 15 сентября
5600	0,00	0,00	0,00	0,00
5500	0,00	0,02	0,00	0,00
5400	0,05	0,07	0,02	0,00
5300	0,07	0,10	0,05	0,00
5200	0,10	0,12	0,07	0,00
5100	0,10	0,18	0,10	0,00
5000	0,12	0,20	0,12	0,02
4900	0,14	0,25	0,15	0,07
4800	0,15	0,28	0,18	0,10
4700	0,18	0,35	0,20	0,12
4600	0,20	0,38	0,22	0,18
4500	0,28	0,45	0,25	0,20
4400	0,35	0,48	0,28	0,22
4300	0,38	0,50	0,30	0,25
4200	0,43	0,58	0,33	0,27
4100	0,46	0,70	0,35	0,33
4000	0,55	0,80	0,40	0,35
3900	0,67	0,92	0,45	0,40
3800	0,72	0,95	0,45	0,43
3700	0,74	1,00	—	—

Таблица 4

$\lambda \text{Å}$	Δm				
	19 сентября	19 сентября	19 сентября	19 сентября	19 сентября
	— 30 августа	— 31 августа	— 3 сентября	— 7 сентября	— 17 сентября
5600	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5500	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
5400	0,02	0,07	0,07	0,00	0,00
5100	0,05	0,10	0,10	0,02	0,00
5000	0,07	0,15	0,12	0,05	0,00
5200	0,10	0,18	0,15	0,07	0,00
5000	0,12	0,20	0,20	0,10	0,00
4900	0,15	0,25	0,28	0,15	0,00
4800	0,15	0,33	0,33	0,18	0,00
4700	0,18	0,40	0,35	0,20	0,00
4600	0,20	0,43	0,40	0,21	0,00
4500	0,25	0,55	0,48	0,25	0,02
4400	0,28	0,60	0,53	0,28	0,05
4300	0,32	0,65	0,55	0,30	0,06
4200	0,38	0,70	0,58	0,33	0,07
4100	0,42	0,80	0,60	0,35	0,05
4000	0,47	0,90	0,73	0,38	0,10
3900	0,65	1,10	0,90	0,45	0,16

1. Наиболее темным и заметным пятно было 31 августа и 3 сентября 1964 года.

2. 17 сентября его присутствие было сомнительным, а 19 сентября оно практически исчезло совсем.

3. Наиболее темной была середина пятна.

Закон отражения света от видимого облачного слоя Венеры в момент появления пятна резко отличался от закона отражения при отсут-

Таблица 5

№ точки \ λ	3900	4200	4500	4800	5100
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
6	0,232	0,122	0,084	0,036	0,000
7	0,358	0,308	0,234	0,202	0,149
8	0,420	0,340	0,290	0,265	0,200
9	0,342	0,244	0,223	0,202	0,149
10	0,133	0,097	0,072	0,066	0,000
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблица 6

Дата	Цветовые избытки относительно Солнца
1964 г.	
30 августа . . .	0,35
31 августа . . .	0,63
3 сентября . . .	0,56
7 сентября . . .	0,35
17 сентября . .	0,12
19 сентября . . .	0,10

ствии пятен. Зеркалящие свойства облачного слоя при наличии пятна исчезают, так как исчезает максимум яркости при $i = \epsilon$.

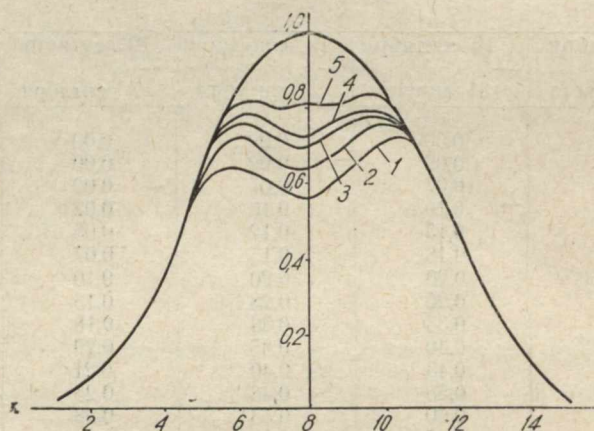


Рис. 4. Контрасты на диске Венеры (облачный слой — темное пятно) 7 сентября 1964 года:

1—3900 Å; 2—4200 Å; 3—4500 Å;
4—4800 Å; 5—5100 Å.

4. Цвет пятна, оставаясь красноватым, несомненно, изменялся со временем.

Наиболее красноватым пятно было 31 августа. Дальше всего в сторону длинных волн до 5500 Å оно простиралось 31 августа и 3 сентября. 30 августа и после 3 сентября протяжение его в сторону длинных волн было меньшим. Так, 15 сентября оно было заметно до 5000 Å. Дольше всего пятно было замечено в фиолетовой области спектра: даже 17 сен-

тября пятно проявлялось в коротковолновой области спектра ($\lambda < 4400 \text{ \AA}$).

5. Ввиду того, что 31 августа и 3 сентября пятно проявлялось в зеленой и даже оранжевой частях спектра, оно, несомненно, должно было быть видимым при непосредственных наблюдениях в телескоп.

Отсюда следует, что темные пятна и детали, замечаемые иногда различными наблюдателями на Венере, не являются оптической иллюзией, как думают некоторые, а реально существуют.

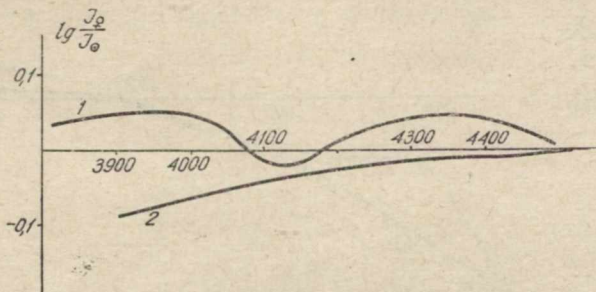


Рис. 5. Ход интенсивности по спектру:
1—по наблюдениям И. Н. Глушневой; 2—по наблюдениям авторов при отсутствии пятна.

6. Наши фотометрические исследования показывают, что во время максимального развития пятна фиолетовый конец спектра Венеры был максимально ослаблен. Это ясно из кривых рис. 2—3.

Эти кривые подтверждают предположение Н. А. Козырева [3] и Т. А. Положенцевой [4] о связи фиолетового ослабления спектра Венеры с темными пятнами, видимыми через фиолетовый светофильтр.

Из наших наблюдений спектров темного пятна можно сделать заключение, что в зависимости от развития, числа и интенсивности темных пятен на Венере изменяется и интенсивность фиолетовой части ее спектра и что эти изменения могут быть значительными.

Следовательно, и наблюдения И. Н. Глушневой [5], не обнаружившей ослабления ультрафиолетового конца спектра Венеры, и наблюдения Н. А. Козырева, получившего очень сильное его ослабление, отражают реальное, но различное состояние облачного покрова Венеры и не противоречат друг другу.

На рис. 5 сопоставлены наблюдения И. Н. Глушневой и харьковских астрономов при отсутствии пятна на Венере, а на рис. 6 — наблюдения Н. А. Козырева и сотрудников Харьковской обсерватории в момент максимального развития пятна.

Таким образом, изменение распределения интенсивности фиолетовой части спектра Венеры, а также колебания показателей цвета могут быть объяснены изменением количества, размеров и интенсивности темных пятен на ней.

7. Изучение спектральных линий в спектре пятна и окружающего его облачного слоя Венеры показывает, что одни и те же линии присутствуют в спектрах обоих этих образований. Никаких новых линий по сравнению с линиями, наблюдавшимися в облачном слое при предварительном изучении этих спектров, обнаружено не было.

Однако имеющегося материала еще не достаточно, чтобы сделать окончательные выводы.

8. Что же представляет собой это большое темное пятно на Венере?

Учитывая все сказанное выше, можно предположить, что это или огромный прорыв в верхней части облачного слоя Венеры, через кото-

рый виден нижележащий слой, имеющий несколько отличный (более красноватый) цвет, или что это облако каких-то сравнительно крупных частиц, выброшенных с поверхности Венеры в высокие слои ее облачного слоя и имеющих несколько иной цвет и отражательную способность, чем обычный облачный покров. Возможно также, что эти частицы, отличающиеся от составляющих облачный слой, образовались в самом облачном слое под влиянием изменения каких-то условий, может быть, температурных.

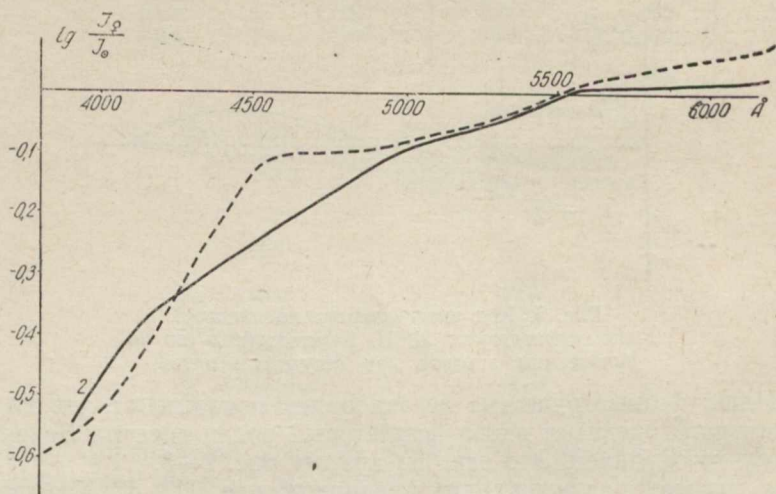


Рис. 6. Ход интенсивности по спектру:
1—по наблюдениям Н. А. Козырева; 2—по наблюдениям авторов в период развития пятна 31.VIII. 1964 года.

Сам факт появления таких огромных образований на Венере свидетельствует о том, что на ней происходят какие-то весьма мощные процессы. Может быть, в атмосфере Венеры иногда возникают сильные течения, разгоняющие часть облачного покрова, а возможно, мы имеем дело с чем-то подобным извержению вулкана, выносящего в верхние слои атмосферы Венеры сравнительно крупные частицы, обладающие большим поглощением.

9. Все это требует постановки обширных и длительных коллективных наблюдений Венеры. Такими наблюдениями должны быть:

а) зарисовки ее с помощью достаточно мощных телескопов через многочисленные светофильтры;

б) фотографирование планеты через те же светофильтры с добавлением инфракрасного и ультрафиолетового;

в) спектрографирование достаточно мощными спектрографами при большом количестве положений щели на диске планеты с привязками к Солнцу и звездам и хорошей калибровкой.

Наблюдения необходимо проводить для возможно большого числа фаз Венеры — от узкого серпа до почти полностью освещенного диска.

Особенно интересны спектры Венеры во время нижних ее соединений, когда она представляется нам в виде светлого кольца.

Наблюдения дадут возможность выяснить природу таких огромных пятен, которые наблюдались на Венере сотрудниками Харьковской обсерватории в 1964 г., и пролить свет на процессы, вызывающие появ-

ление как темных, так и светлых образований в облачном слое Венеры, что представляет исключительный интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астр. цирк., изд-во Бюро астр. сообщений АН СССР, № 306, 1964, 16 октября.
 2. L. Slipher. A. Photographic Study of the Brighter Planets. Plates VI, VII. Published in 1964 by Lowell Observatory.
 3. Н. А. Козырев. Известия КрАО, XII, 177, 1954.
 4. Т. А. Положенцева. Известия ГАО в Пулковке, XXII, вып. 5, № 175, 1964.
 5. И. Н. Глушнев. Сообщение ГАИШ, № 133, 37, 1964.
-

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ФОТОМЕТРИЯ НЕКОТОРЫХ УЧАСТКОВ МОРЯ ОБЛАКОВ И МОРЯ ПОЗНАННОГО

Н. П. Барабашов, В. А. Езерская, В. И. Езерский

Как установлено [1, 2], анализ фотометрических данных об отражательной способности отдельных участков лунной поверхности, а именно, сопоставление их с данными для фотометрически средней лунной по-

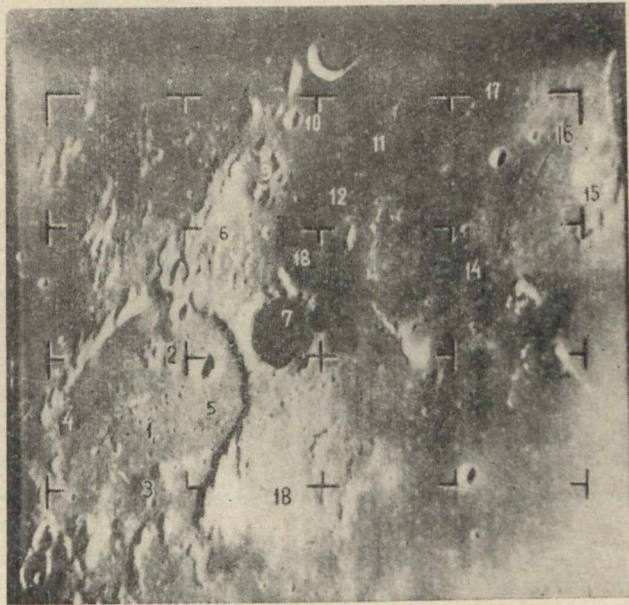


Рис. 1. Море Облаков в районе Герике с указанием положения измеренных участков.

верхности, дает возможность выявить некоторые особенности их структуры. В работе [2] этот метод применен к данным харьковского фотометрического каталога лунных деталей [3].

С целью применения фотометрического метода для детального изучения отдельных областей лунной поверхности была проведена работа по фотографической фотометрии отдельных участков Моря Облаков и Моря Познанного. Особый интерес представляют те участки лунной поверхности, изображение которых получено с близких расстояний при помощи космических аппаратов.

При выборе участков для измерений в Море Облаков мы имели возможность воспользоваться только отрывочными сведениями, предостав-



Рис. 2. Море Облаков в районе Любинецкого с указанием положения измеренных участков.

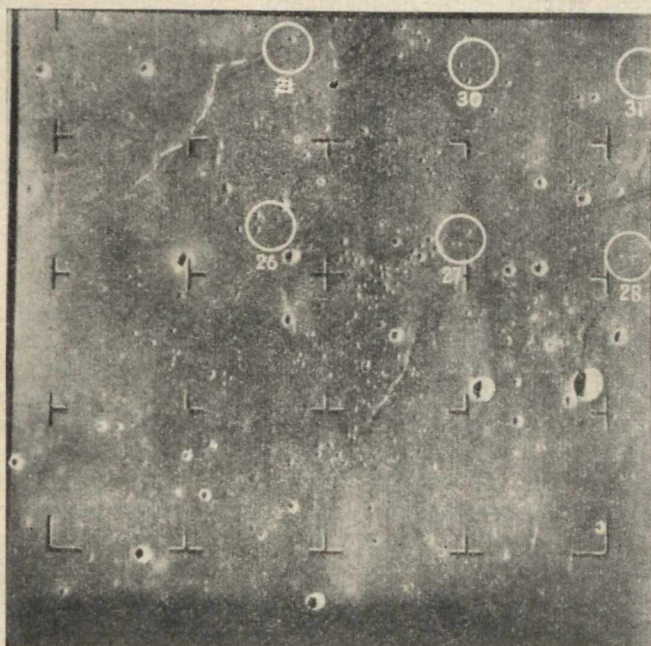


Рис. 3. Снимок А-188, полученный зондом «Рейнджер-7» с указанием положения участков № 26—31.

ленными в наше распоряжение, об областях, сфотографированных с помощью космического аппарата «Рейнджер-7». В числе выбранных участков оказались и близко примыкающие к месту падения «Рейнджер-7». В табл. 1 даны координаты фотометрировавшихся участков и их названия, уточненные по карте «Ranger VII Lunar chart». На рис. 1, 2, 3 показано положение всех этих участков.

Таблица 1

№	Наименование участков Луны	φ	λ
1	Герике, дно	—11°,1	—14°,2
2	" "	—11°,7	—14°,3
3	" "	—10°,6	—14°,2
4	" "	—11°,1	—13°,8
5	" "	—11°,1	—14°,7
6	Горный участок к югу от Герике	—12°,8	—15°,0
7	Герике <i>F</i>	—12°,2	—15°,3
8	Участок в Море Облаков	—12°,5	—15°,7
9	Светлый участок южнее Герике	—13°,4	—14°,7
10	Участок севернее Герике <i>B</i>	—13°,7	—15°,0
11	Участок в Море Облаков	—13°,6	—15°,8
12	" " " "	—13°,1	—15°,5
13	" " " "	—13°,4	—16°,7
14	" " " "	—12°,6	—16°,9
15	Светлая область в Море Облаков	—13°,4	—18°,0
16	Участок вблизи Опельт <i>K</i>	—13°,7	—17°,3
17	Участок в Море Облаков	—13°,9	—16°,9
18	Горный участок северо-западнее Герике	—10°,0	—15°,0
19	Любинецкий	—17°,5	—23°,4
20	Горный участок возле Любинецкого	—16°,0	—23°,6
21	Морской участок возле Любинецкого	—16°,6	—22°,0
22	Морской участок возле Любинецкого	—15°,4	—21°,7
23	Дарней <i>C</i>	—14°,2	—25°,9
24	Дарней	—14°,6	—23°,5
25	Дарней χ	—11°,3	—26°,0
26	Участок вблизи места падения «Рейнджер-7»	—10°,8	—21°,2
27	" " " " "	—10°,8	—20°,5
28	" " " " "	—10°,8	—19°,8
29	" " " " "	—10°,2	—21°,2
30	" " " " "	—10°,2	—20°,5
31	" " " " "	—10°,2	—19°,8

Для фотометрии участков была использована серия фотографий Луны, по которым составлен каталог [3], что дало возможность выразить яркости в системе каталога [3]. Для измерений было отобрано 20 фотографий, охватывающих интервал угла фазы от $-64^\circ,2$ до $+73^\circ,6$. Для привязки к системе каталога на всех пластинках измерялись четыре детали, вошедшие в каталог (№ 93, 94, 95, 96). Диаметр фотометрируемого участка на лунной поверхности при выбранном размере окошка микрофотометра составлял около 5 км. Значения яркости деталей, полученные в системе каталога [3], были переведены в значения яркостного фактора по соотношению $\rho = kB$, выведенному в работе [4] путем сравнения фотометрических каталогов [3] и [5]. Здесь ρ — яркостный фактор, а $k = 0,051 \pm 0,005$, B — яркость в системе каталога [3].

По известным формулам были вычислены значения углов падения i , углов отражения ε и селеноцентрической долготы. Эти значения сведены в табл. 2, где рядом с номером участка даны его селенографические координаты φ и λ .

Полученные данные сопоставлены с законом отражения для фотометрически средней лунной поверхности, выведенные в работе [2]. Для

Таблица 2

α	№ 1 ($-11^{\circ},1$; $-14^{\circ},2$)			№ 2 ($-11^{\circ},7$; $-14^{\circ},3$)			№ 3 ($-10^{\circ},6$; $-14^{\circ},2$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	$74^{\circ},8$	$12^{\circ},3$	0,013	$75^{\circ},1$	$12^{\circ},7$	0,014	$74^{\circ},9$	$11^{\circ},9$	0,014
50,9	63,3	14,1	0,026	63,5	14,5	0,027	63,2	13,8	0,028
50,3	69,6	25,7	0,023	69,7	26,2	0,023	69,5	25,4	0,023
39,5	57,6	24,9	0,043	57,8	25,3	0,041	57,6	24,5	0,041
28,4	45,8	23,9	0,042	46,0	24,4	0,041	45,7	23,6	0,040
25,7	40,2	20,3	0,050	40,4	20,8	0,051	40,9	19,9	0,052
17,6	34,3	22,7	0,060	34,6	23,2	0,056	34,1	22,3	0,057
11,4	31,8	25,9	0,076	32,2	26,4	0,076	31,7	25,6	0,070
8,9	27,8	20,9	0,088	28,1	21,4	0,083	27,6	20,6	0,092
$-7,1$	23,0	21,0	0,095	23,4	21,5	0,095	22,8	20,6	0,093
$-1,5$	19,9	19,0	0,106	20,3	19,5	0,114	19,6	18,7	0,120
$+4,6$	21,5	25,2	0,105	21,9	25,7	0,106	21,2	24,8	0,108
5,5	16,7	21,9	0,097	16,8	22,3	0,102	16,4	21,6	0,098
13,1	13,5	24,1	0,099	14,2	24,6	0,100	13,2	23,8	0,096
17,8	12,2	19,8	0,086	12,8	20,2	0,091	11,7	19,7	0,088
23,0	14,4	22,7	0,073	14,8	23,1	0,073	14,0	21,7	0,072
42,4	35,3	10,9	0,050	35,4	11,5	0,050	35,1	10,6	0,052
50,2	43,4	12,5	0,034	43,5	13,0	0,036	43,3	12,1	0,035
57,3	45,7	17,1	0,030	45,8	17,6	0,030	45,7	16,8	0,028
62,6	55,9	10,9	0,020	55,9	11,4	0,019	55,9	10,6	0,020
$+73,6$	47,4	9,9	0,019	47,4	10,4	0,018	47,3	9,5	0,017

α	№ 4 ($-10^{\circ},1$; $-13^{\circ},8$)			№ 5 ($-11^{\circ},1$; $-14^{\circ},7$)			№ 6 ($-12^{\circ},8$; $-15^{\circ},0$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$64^{\circ},2$	$74^{\circ},4$	$11^{\circ},9$	0,013	$75^{\circ},3$	$12^{\circ},6$	0,015	$75^{\circ},9$	$13^{\circ},8$	0,008
50,9	63,7	13,9	0,024	63,8	14,5	0,028	64,3	15,8	0,029
50,3	69,1	25,4	0,022	70,0	26,0	0,025	70,5	27,4	0,025
39,5	57,3	24,6	0,037	58,1	25,2	0,045	58,7	26,6	0,044
28,4	45,4	23,7	0,039	46,2	24,3	0,041	46,9	25,7	0,044
25,7	39,8	20,0	0,049	40,6	20,6	0,054	41,3	22,1	0,052
17,6	33,9	22,4	0,054	34,7	23,0	0,061	35,5	24,5	0,064
11,4	31,5	25,6	0,073	32,4	26,2	0,073	33,2	27,6	0,072
8,9	27,5	20,6	0,085	28,3	21,3	0,090	29,2	22,6	0,090
$-7,1$	22,6	20,7	0,088	23,4	21,3	0,098	24,5	22,8	0,102
$-1,5$	20,4	18,7	0,112	20,3	19,4	0,123	21,3	20,7	0,123
$+4,6$	21,2	24,9	0,105	21,1	25,5	0,111	23,1	26,9	0,107
5,5	16,4	21,6	0,096	17,2	22,3	0,106	18,5	23,6	0,106
13,1	13,4	23,8	0,090	13,8	24,5	0,101	15,4	25,8	0,107
17,8	12,2	19,5	0,086	12,1	20,2	0,088	13,8	21,5	0,090
23,0	14,7	22,3	0,063	14,1	23,0	0,074	15,5	24,4	0,083
42,4	35,6	10,6	0,049	34,8	11,4	0,053	35,0	12,7	0,057
50,2	43,8	12,2	0,033	42,9	12,8	0,036	43,1	14,3	0,040
57,3	46,1	16,8	0,028	45,2	17,5	0,029	45,4	18,8	0,029
62,6	56,3	10,8	0,020	56,5	11,2	0,021	55,5	12,7	0,022
$+73,6$	47,8	9,8	0,016	55,5	11,2	0,019	55,5	12,7	0,019

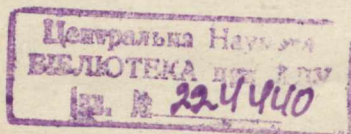
Продолжение табл. 2

α	№ 7 ($-12^{\circ},2; -15^{\circ},3$)			№ 8 ($-12^{\circ},5; -15^{\circ},7$)			№ 9 ($-13^{\circ},4; -14^{\circ},7$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	76,1	12,7	0,012	76,3	14,6	0,010	76,2	13,5	0,015
50,9	64,4	15,4	0,027	64,7	15,9	0,028	63,8	15,4	0,029
50,3	70,5	27,4	0,020	70,7	27,0	0,018	70,2	27,1	0,024
39,5	58,8	26,1	0,037	59,1	26,0	0,033	59,3	25,5	0,046
28,4	46,9	25,2	0,040	47,3	25,8	0,036	46,6	25,4	0,043
25,7	41,4	21,5	0,049	41,7	22,2	0,041	41,0	21,7	0,052
17,6	35,5	24,0	0,051	37,9	24,6	0,048	35,2	24,1	0,054
11,4	33,1	27,1	0,061	33,5	27,8	0,053	32,4	27,2	0,076
8,9	29,1	22,2	0,086	29,5	22,8	0,065	28,9	22,2	0,088
$-7,1$	24,2	22,2	0,091	24,9	22,9	0,078	24,2	22,8	0,100
$-1,5$	21,1	20,3	0,106	21,7	20,9	0,099	21,1	20,3	0,123
$+4,6$	22,8	26,3	0,098	23,3	27,0	0,090	22,8	25,2	0,108
5,5	18,0	23,2	0,099	18,6	23,8	0,087	18,1	23,3	0,099
13,1	14,7	25,4	0,093	15,4	26,0	0,080	15,2	25,5	0,098
17,8	12,7	21,1	0,078	13,4	21,6	0,072	11,6	21,1	0,084
23,0	14,7	23,9	0,062	15,0	24,5	0,055	15,5	24,0	0,071
42,4	34,5	12,2	0,048	34,5	12,4	0,044	35,3	12,4	0,052
50,2	42,5	13,7	0,036	42,5	14,3	0,032	43,7	13,9	0,037
57,3	44,8	18,6	0,028	44,7	19,0	0,022	45,6	18,5	0,032
62,6	55,0	12,2	0,018	54,9	12,8	0,017	55,7	12,4	0,021
$+73,6$	46,8	11,1	0,018	46,9	11,8	0,016	47,2	11,3	0,019

α	№ 10 ($-13^{\circ},7; -15^{\circ},0$)			№ 11 ($-13^{\circ},6; -15^{\circ},8$)			№ 12 ($-13^{\circ},1; -15^{\circ},5$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	75,9	16,8	0,015	76,7	16,7	0,009	76,4	17,4	0,010
50,9	64,3	16,3	0,025	65,0	17,7	0,021	64,6	16,3	0,020
50,3	70,6	27,9	0,021	71,4	28,6	0,018	71,0	28,0	0,019
39,5	58,8	27,3	0,039	60,6	27,7	0,032	59,2	27,2	0,034
28,4	47,1	26,4	0,042	47,9	26,8	0,034	47,4	26,3	0,034
25,7	41,6	22,8	0,048	42,3	23,2	0,044	44,4	24,4	0,042
17,6	35,9	25,2	0,054	36,6	25,6	0,046	36,1	25,0	0,046
11,4	33,6	28,2	0,078	34,3	28,7	0,059	33,8	28,2	0,063
8,9	29,6	23,2	0,076	30,3	23,7	0,063	29,8	23,1	0,061
$-7,1$	25,0	23,5	0,092	24,8	23,9	0,078	25,2	23,4	0,077
$-1,5$	22,3	21,2	0,116	22,5	21,7	0,094	22,0	24,2	0,098
$+4,6$	23,7	27,5	0,103	24,2	28,0	0,088	23,7	27,5	0,091
5,5	19,2	24,2	0,102	19,6	24,7	0,081	19,0	24,2	0,084
13,1	16,2	26,7	0,086	16,5	26,9	0,080	16,0	26,4	0,077
17,8	14,6	22,1	0,080	14,4	22,6	0,067	13,9	22,0	0,065
23,0	16,3	25,0	0,068	16,0	25,5	0,055	15,6	24,9	0,056
42,4	35,4	13,3	0,050	34,6	13,8	0,044	34,7	13,3	0,043
50,2	43,4	14,2	0,032	42,5	15,5	0,028	42,7	15,2	0,031
57,3	45,6	19,5	0,029	44,3	20,0	0,021	44,9	19,4	0,022
62,6	55,6	13,4	0,020	54,8	13,8	0,017	55,0	13,2	0,016
$+73,6$	47,2	12,3	0,017	46,5	12,5	0,015	46,6	12,9	0,015

α	№ 13 ($-13^{\circ},4; -16^{\circ},7$)			№ 14 ($-12^{\circ},6; -16^{\circ},9$)			№ 15 ($-13^{\circ},4; -18^{\circ},0$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	78 ^o ,4	15 ^o ,5	0,009	77 ^o ,8	15 ^o ,2	0,010	79,2	16 ^o ,6	0,011
50,9	67,0	17,3	0,019	66,1	17,1	0,021	67,3	18,5	0,023
50,3	72,1	29,1	0,018	72,3	28,7	0,019	73,5	29,9	0,019
39,5	60,4	28,3	0,031	60,6	27,8	0,035	61,7	29,3	0,037
28,4	48,6	27,3	0,034	48,7	26,9	0,035	49,9	28,3	0,039
25,7	43,1	23,6	0,041	43,1	22,6	0,040	44,3	24,5	0,045
17,6	37,3	26,0	0,045	37,3	25,6	0,041	38,5	27,0	0,055
11,4	35,0	29,2	0,061	34,9	28,5	0,060	36,2	30,2	0,071
8,9	30,9	24,3	0,064	30,9	24,0	0,062	32,2	25,3	0,073
— 7,1	26,2	24,3	0,077	26,0	23,9	0,074	27,3	25,2	0,089
— 1,5	22,0	23,1	0,096	21,8	22,9	0,096	24,3	23,6	0,109
+ 4,6	24,8	28,5	0,088	24,5	28,2	0,090	25,9	28,9	0,099
5,5	20,0	25,3	0,083	18,6	25,0	0,084	21,0	26,3	0,091
13,1	16,7	27,4	0,076	16,2	27,1	0,079	17,5	28,5	0,091
17,8	14,2	23,1	0,070	13,4	22,9	0,071	14,3	24,2	0,075
23,0	15,5	26,0	0,055	14,8	25,7	0,057	15,2	27,2	0,070
42,4	33,7	13,3	0,041	33,2	14,5	0,043	31,9	15,4	0,050
50,2	39,9	16,2	0,028	40,9	15,4	0,029	40,5	16,8	0,035
57,3	43,9	20,4	0,022	43,5	20,2	0,023	42,7	21,6	0,026
62,6	53,8	14,2	0,017	53,3	13,3	0,016	52,4	14,9	0,019
+73,6	45,6	13,9	0,015	45,1	13,5	0,016	45,3	13,2	0,018

α	№ 16 ($-13^{\circ},7; -17^{\circ},3$)			№ 17 ($-13^{\circ},9; -16^{\circ},9$)			№ 18 ($-10^{\circ},0; -15^{\circ},0$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	78 ^o ,2	15 ^o ,6	0,012	77 ^o ,5	16 ^o ,0	0,009	75 ^o ,7	11 ^o ,8	0,014
50,9	65,4	18,1	0,022	66,2	17,9	0,020	64,0	14,2	0,030
50,3	72,8	29,5	0,019	72,4	29,6	0,017	70,1	25,6	0,026
39,5	61,0	28,8	0,035	60,7	28,7	0,032	58,2	24,6	0,043
28,4	49,3	29,2	0,036	49,0	27,8	0,034	46,3	23,7	0,043
25,7	43,7	24,3	0,044	43,5	24,1	0,042	40,7	20,0	0,054
17,6	38,0	26,4	0,051	37,7	26,5	0,046	34,7	22,5	0,063
11,4	35,6	29,9	0,066	35,4	29,7	0,060	32,2	25,8	0,079
8,9	31,6	24,9	0,069	30,9	24,8	0,060	28,1	20,8	0,085
— 7,1	26,9	24,9	0,086	26,7	24,8	0,073	18,9	20,7	0,103
— 1,5	23,8	23,0	0,096	23,6	22,8	0,087	20,0	19,1	0,126
— 4,6	25,5	29,2	0,092	25,3	29,0	0,089	21,6	25,1	0,108
5,5	19,8	25,9	0,086	20,6	25,8	0,080	21,5	20,6	0,102
13,1	17,3	28,1	0,078	16,5	26,9	0,072	12,9	24,0	0,104
17,8	14,5	23,9	0,078	14,7	23,6	0,073	11,0	19,8	0,091
23,0	15,6	26,7	0,065	15,9	26,5	0,051	13,0	22,6	0,083
42,4	33,3	14,9	0,048	33,7	14,8	0,042	34,2	11,0	0,053
50,2	41,2	16,4	0,033	41,6	16,3	0,029	42,4	12,2	0,034
57,3	43,4	21,2	0,024	43,8	21,0	0,020	44,7	17,1	0,030
62,6	53,4	14,9	0,018	53,8	14,8	0,016	55,0	10,7	0,022
+73,6	45,3	13,2	0,017	45,5	13,7	0,015	46,4	9,9	0,019



Продолжение табл. 2

α	№ 19 ($-17^{\circ},5; -23^{\circ},4$)			№ 20 ($-16^{\circ},0; -23^{\circ},6$)			№ 21 ($-16^{\circ},6; -22^{\circ},0$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	$84^{\circ},2$	$21^{\circ},9$	—	$84^{\circ},4$	$19^{\circ},8$	—	$82^{\circ},8$	$20^{\circ},7$	—
50,9	72,8	25,0	0,018	72,9	24,4	0,021	71,4	23,4	0,017
50,3	79,0	36,6	0,016	79,0	35,9	0,016	77,6	35,0	0,013
39,5	67,4	35,8	0,032	67,3	36,3	0,038	66,0	34,2	0,031
28,4	55,9	34,8	0,034	55,8	34,0	0,043	54,4	33,2	0,032
25,7	50,4	31,1	0,042	50,2	30,2	0,048	48,9	29,5	0,038
17,6	44,8	33,5	0,048	44,5	32,7	0,052	43,2	31,9	0,040
11,4	42,5	36,8	0,067	42,2	36,1	0,069	40,9	35,2	0,056
8,9	38,5	32,1	0,078	38,1	31,2	0,088	36,2	29,4	0,062
— 7,1	29,2	31,8	0,080	27,1	30,9	0,091	28,0	30,2	0,076
— 1,5	30,9	30,0	0,104	30,2	29,3	0,108	29,2	28,4	0,094
+ 4,6	32,4	36,1	0,100	31,8	35,4	0,101	30,8	34,5	0,088
5,5	27,6	32,8	0,097	26,8	31,6	0,105	26,0	31,3	0,077
13,1	23,8	35,0	0,097	22,7	34,3	0,108	22,2	33,5	0,072
17,8	19,5	30,8	0,072	18,2	30,1	0,084	18,2	29,1	0,070
23,0	19,0	33,6	0,073	17,6	32,9	0,094	18,0	30,2	0,050
42,4	29,9	22,7	0,047	28,9	22,0	0,058	30,3	20,4	0,041
50,2	37,2	23,3	0,034	36,3	22,5	0,041	38,0	21,7	0,029
57,3	39,3	30,5	0,031	38,5	27,4	0,036	40,3	26,5	0,025
62,6	48,7	21,8	0,019	48,0	21,1	0,023	49,7	21,6	0,017
+ 73,6	40,8	20,8	0,019	40,0	20,1	0,022	41,7	19,2	0,017

α	№ 22 ($-15^{\circ},4; -21^{\circ},7$)			№ 23 ($-14^{\circ},2; -25^{\circ},9$)			№ 24 ($-14^{\circ},6; -23^{\circ},5$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	$82^{\circ},5$	$19^{\circ},1$	—	$86^{\circ},7$	$16^{\circ},5$	—	$83^{\circ},9$	$17^{\circ},9$	—
50,9	71,0	22,6	0,017	73,7	25,4	0,022	72,4	23,4	0,017
50,3	77,2	34,1	0,014	80,9	36,4	0,013	78,5	34,7	0,019
39,5	65,5	33,2	0,028	69,1	35,4	0,041	66,8	33,7	0,057
28,4	53,8	32,2	0,030	57,3	34,4	0,043	54,4	32,8	0,050
25,7	48,3	28,5	0,040	51,7	30,6	0,048	49,5	29,0	0,058
17,6	42,5	30,9	0,039	45,8	33,0	0,056	43,6	31,5	0,060
11,4	40,2	34,2	0,057	43,4	36,6	0,078	41,3	34,9	0,096
8,9	39,3	32,0	0,057	39,3	32,0	0,089	37,2	30,1	0,102
— 7,1	26,3	29,1	0,068	27,0	31,2	0,104	25,1	23,6	0,106
— 1,5	28,3	27,4	0,089	31,3	30,1	0,117	29,2	28,2	0,137
+ 4,6	29,9	33,5	0,087	32,6	33,9	0,105	30,7	34,2	0,115
5,5	25,0	30,8	0,080	27,4	32,8	0,110	27,3	31,0	0,117
13,1	21,1	32,5	0,078	22,7	34,9	0,106	21,3	33,2	0,122
17,8	16,9	28,2	0,067	17,2	30,7	0,093	16,6	28,4	0,101
23,0	16,8	31,1	0,054	15,8	33,5	0,085	16,0	31,9	0,105
42,4	30,2	19,4	0,041	26,0	22,0	0,062	28,5	20,1	0,066
50,2	36,0	20,7	0,028	33,6	23,0	0,042	36,1	21,3	0,048
57,3	40,0	25,5	0,022	35,8	28,1	0,036	38,3	26,3	0,038
62,6	49,6	19,2	0,018	45,5	18,3	0,026	47,6	19,4	0,027
73,6	41,5	18,3	0,015	37,4	21,8	0,024	39,8	19,0	0,026

Продолжение табл. 2

α	№ 25 ($-11^{\circ},3$; $-26^{\circ},0$)			№ 26 ($-10^{\circ},8$; $-21^{\circ},2$)			№ 27 ($-10^{\circ},8$; $-20^{\circ},5$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	86,5	23,0	—	81,8	12,4	0,007	81,1	12,4	0,006
50,9	74,8	24,7	0,016	70,1	20,2	0,019	69,4	19,5	0,018
50,3	80,6	35,3	0,011	76,4	30,9	0,013	75,7	30,4	0,013
39,5	69,2	34,2	0,033	64,4	30,0	0,032	63,7	29,4	0,034
28,4	57,2	33,2	0,034	52,5	29,0	0,032	51,8	28,4	0,031
25,7	50,5	29,5	0,037	46,8	25,2	0,040	46,1	24,7	0,049
17,6	45,4	31,9	0,047	40,7	27,6	0,048	40,1	27,1	0,046
11,4	42,9	35,2	0,058	38,3	31,3	0,050	37,5	30,6	0,056
8,9	39,3	31,1	0,074	34,2	26,6	0,070	33,5	26,0	0,069
— 7,1	20,0	33,5	0,076	20,0	25,8	0,071	21,6	25,3	0,069
— 1,5	30,3	29,2	0,099	25,8	24,7	0,091	25,2	24,1	0,088
+ 4,6	31,9	34,9	0,090	27,3	30,5	0,080	26,7	29,9	0,082
5,5	26,4	31,9	0,093	22,0	27,4	0,081	21,4	26,7	0,081
13,1	21,3	33,9	0,077	17,4	29,5	0,079	16,8	29,0	0,079
17,8	15,3	29,9	0,070	12,5	25,4	0,065	12,3	24,8	0,065
23,0	13,5	32,5	0,059	12,1	28,1	0,054	12,1	27,5	0,054
42,4	24,6	21,3	0,048	28,6	16,7	0,045	29,3	16,1	0,042
50,2	32,4	22,4	0,030	36,7	17,6	0,031	37,4	17,0	0,031
57,3	34,6	27,2	0,027	39,0	25,6	0,026	39,6	22,2	0,026
62,6	44,6	20,8	0,018	49,1	15,5	0,018	49,8	15,7	0,017
73,6	36,3	20,1	0,021	40,5	15,5	0,016	41,3	16,8	0,016

α	№ 28 ($-10^{\circ},8$; $-19^{\circ},8$)			№ 29 ($-10^{\circ},2$; $-21^{\circ},2$)		
	i	ϵ	ρ	i	ϵ	ρ
$-64^{\circ},2$	80,5	16,8	0,006	81,8	18,2	0,006
50,9	68,7	18,7	0,018	70,0	20,0	0,018
50,3	75,0	29,8	0,013	76,4	30,6	0,012
39,5	64,6	28,9	0,033	65,8	29,6	0,031
28,4	51,1	27,8	0,030	52,3	28,6	0,031
25,7	45,5	24,1	0,033	46,7	24,8	0,039
17,6	39,4	26,5	0,047	40,6	27,3	0,045
11,4	37,0	30,1	0,056	38,1	30,9	0,056
8,9	32,8	25,4	0,067	34,0	26,3	0,068
— 7,1	19,9	24,7	0,069	19,2	25,5	0,069
— 1,5	24,6	23,5	0,087	25,5	24,5	0,087
+ 4,6	26,3	29,4	0,083	27,1	30,2	0,080
5,5	20,8	26,3	0,080	21,7	27,1	0,077
13,1	16,4	28,3	0,077	17,0	29,1	0,077
17,8	12,0	24,0	0,064	11,9	25,1	0,063
23,0	12,2	26,9	0,052	11,6	27,8	0,050
42,4	29,9	15,3	0,042	28,8	17,8	0,040
50,2	38,0	16,4	0,030	36,5	17,4	0,028
57,3	40,3	21,5	0,026	38,8	22,5	0,025
62,6	50,5	15,2	0,017	49,0	16,1	0,017
73,6	41,7	14,2	0,016	40,0	15,3	0,015

Продолжение табл. 2

α	№ 30 ($-10^\circ, 2; -20^\circ, 5$)			№ 31 ($-10^\circ, 2; -19^\circ, 8$)		
	i	ε	ρ	i	ε	ρ
$-64^\circ, 2$	81°,9	17° 6	0,006	80°,3	16°,9	0,006
50,9	69,4	19,3	0,018	68,7	18,6	0,017
50,3	75,5	30,1	0,012	75,0	29,5	0,011
39,5	65,2	29,1	0,031	64,5	28,5	0,031
28,4	51,7	28,1	0,030	50,0	27,5	0,030
25,7	46,0	24,3	0,037	45,3	23,7	0,037
17,6	39,9	26,7	0,047	39,3	26,4	0,044
11,4	37,5	30,4	0,056	36,8	29,8	0,054
8,9	33,3	25,7	0,066	32,6	5,1	0,065
— 7,1	19,2	24,9	0,068	19,2	24,3	0,068
— 1,5	24,9	23,9	0,084	24,3	23,2	0,084
+ 4,6	20,8	29,6	0,082	25,8	29,1	0,082
5,5	21,1	26,5	0,076	20,5	25,9	0,078
13,1	16,4	28,6	0,077	16,0	28,0	0,076
17,8	11,6	24,5	0,064	11,4	23,9	0,063
23,0	11,6	27,2	0,049	11,7	26,6	0,048
42,4	29,5	18,1	0,041	30,1	16,7	0,041
50,2	37,2	16,7	0,028	37,8	16,1	0,028
57,3	39,5	21,9	0,025	40,3	21,2	0,024
62,6	49,3	15,5	0,018	50,3	14,8	0,017
73,6	40,7	14,6	0,016	41,4	14,3	0,016

каждой детали при всех значениях угла фазы α и селеноцентрической долготы определены отклонения яркости $B_{\text{набл}} - B_m$, где B_m — яркость фотометрически средней лунной поверхности при соответствующих значениях угла фазы и селеноцентрической долготы, приведенная, как и $B_{\text{набл}}$, к единичному значению при $\alpha = 1^\circ, 5$.

Для каждой детали и для всех углов фазы определялось среднее значение относительного отклонения $\frac{\Delta B}{B_m}$ и соответствующая величина среднего квадратичного отклонения σ .

Были вычислены также значения градиента яркости вблизи нулевой фазы как среднее значение на интервале ($-8^\circ, 9; -7^\circ, 1 \div -1^\circ, 5$) и интервале ($-1^\circ, 5 \div +4, 6; +5^\circ, 5$), т. е. как и в работе [2].

По формуле $\Delta_0 = \frac{\left(\frac{\partial B}{\partial \alpha}\right)_0 - \overline{\left(\frac{\partial B}{\partial \alpha}\right)}}{\overline{\left(\frac{\partial B}{\partial \alpha}\right)_0}}$ вычислялись значения относитель-

ного градиента яркости вблизи нулевой фазы Δ_0 , где $\overline{\left(\frac{\partial B}{\partial \alpha}\right)_0}$ — среднее значение градиента яркости вблизи нулевой фазы, принятое согласно [2] равным $\overline{\left(\frac{\partial B}{\partial \alpha}\right)_0} = 0,0225$.

Полученные величины приведены в табл. 3, где даны также значения ρ_0 — яркостного фактора при минимальном значении угла фазы.

Значения среднего градиента яркости Δ_0 и среднего отклонения яркости $\frac{\Delta B}{B_m}$ нанесены на график (рис. 4). Там же дана теоретическая кривая, вычисленная по формуле Хапке [6], на которой кружками отме-

Таблица 3

№	ρ_0	$\frac{\Delta B}{B_m}$	σ	Δ_0	$\left(\frac{\partial B}{\partial \alpha}\right)_0 \cdot 10^2$
1	0,106	+0,044	$\pm 0,111$	-0,347	1,47
2	0,114	-0,034	0,108	+0,058	2,38
3	0,120	-0,079	0,108	+0,227	2,76
4	0,112	-0,062	0,104	+0,111	2,50
5	0,123	-0,053	0,106	+0,209	2,72
6	0,123	-0,055	0,143	+0,222	2,75
7	0,106	-0,011	0,127	-0,182	1,84
8	0,099	-0,050	0,134	-0,289	2,90
9	0,123	-0,068	0,118	+0,356	3,05
10	0,117	-0,096	0,116	+0,538	3,46
11	0,094	-0,048	0,114	+0,587	3,57
12	0,098	-0,092	0,112	+0,400	3,15
13	0,096	-0,032	0,118	+0,289	2,90
14	0,096	-0,053	0,123	+0,369	3,08
15	0,109	-0,046	0,117	+0,289	2,90
16	0,096	+0,025	0,141	-0,093	2,04
17	0,087	+0,002	0,123	-0,151	1,91
18	0,126	-0,070	0,122	+0,471	3,31
19	0,104	-0,010	0,141	-0,001	2,24
20	0,108	+0,076	0,165	-0,236	1,72
21	0,094	-0,059	0,125	+0,289	2,90
22	0,089	-0,054	0,121	+0,231	2,78
23	0,117	+0,042	0,142	-0,147	1,92
24	0,137	-0,021	0,184	+0,320	2,97
25	0,099	-0,004	0,184	+0,067	2,40
26	0,091	-0,016	0,119	+0,173	2,64
27	0,088	+0,012	0,119	-0,013	2,22
28	0,087	-0,004	0,136	-0,058	2,12
29	0,087	-0,004	0,131	0,000	2,25
30	0,084	+0,010	0,129	-0,058	2,13
31	0,084	-0,009	$\pm 0,130$	-0,120	1,98

чены значения фактора упаковки g , равного $g = k \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{2/3}$, где $\frac{\rho}{\rho_0}$ — относительная плотность субстанции, $k \approx 2$. Параметры Δ_0 и $\frac{\Delta B}{B_m}$ можно рассматривать как независимые характеристики структуры микро-рельефа.

По данным табл. 3 построен график зависимости между ρ_0 и Δ_0 (рис. 5), который показывает, что корреляция между указанными параметрами отсутствует.

В результате анализа данных каталога [3] были выявлены детали, для которых значения обоих параметров свидетельствовали об отличии их микроструктуры от фотометрически средней лунной поверхности. К таким деталям относились те, для которых

$$\left| \frac{\Delta B}{B_m} \right| \gtrsim 0,1 \text{ и } |\Delta_0| \gtrsim 0,5.$$

При этом, естественно, отрицательным значениям $\frac{\Delta B}{B_m}$ соответствовали положительные значения Δ_0 и, наоборот, как это и следует из расчетов по формуле Хапке. В числе таких деталей имеется и деталь в Море Облаков (№ 95) — одна из пяти деталей Моря Облаков, вошедших в каталог [3]. Для детали № 95 были получены такие значения:

$$\frac{\Delta B}{B_m} = -0,176 \pm 0,100 \text{ и } \Delta_0 = +0,654,$$

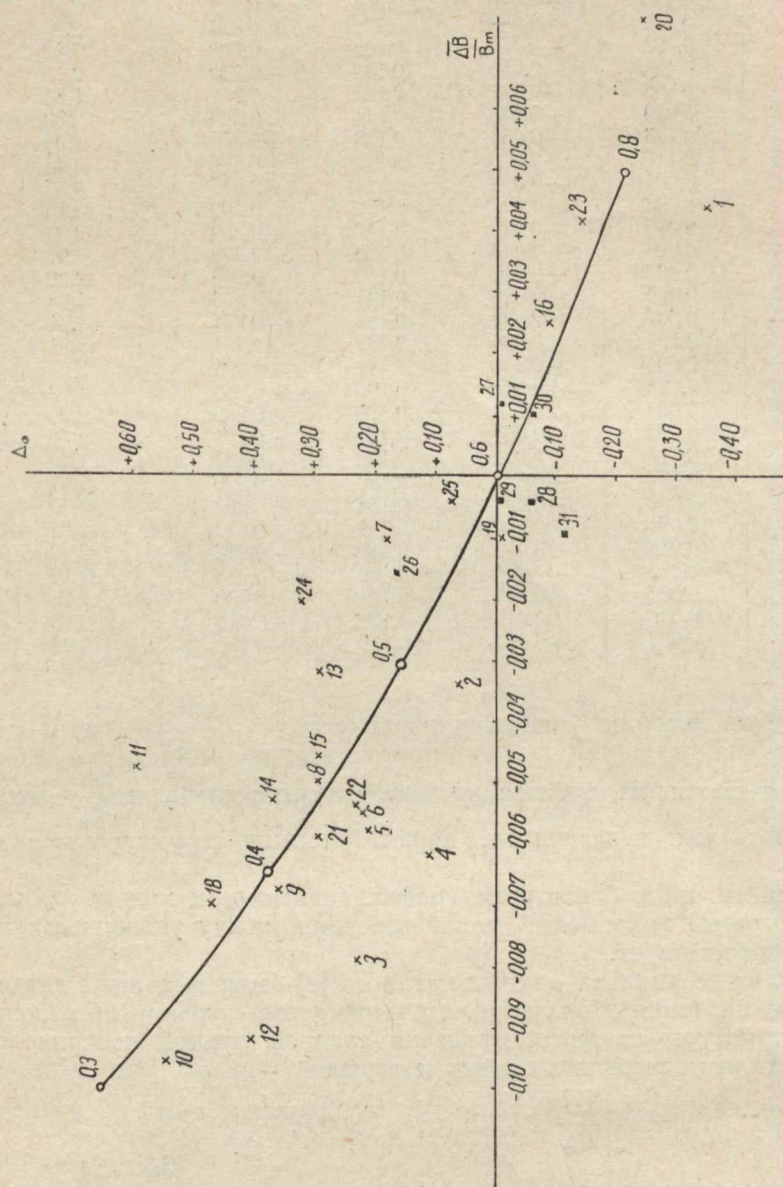


Рис. 4. График зависимости между средним относительным отклонением яркости $\frac{\Delta B}{B_m}$ и относительным градиентом яркости вблизи нулевой фазы $\Delta\phi$, для измеренных участков, номера которых указаны. Сплошная линия — теоретическая зависимость между этими параметрами, рассчитанная по формуле Халке. Кругами отмечены значения параметра g .

Рассматривая рис. 4, можно сделать следующие заключения.

Полученные значения параметров $\frac{\Delta B}{B_m}$ и Δ_0 располагаются вблизи теоретической кривой. Вместе с тем значения параметров невелики.

Измеренные участки располагаются в основном в области отрицательных значений $\frac{\Delta B}{B_m}$ и положительных значений Δ_0 , что соответствует несколько большей степени изрытости и в соответствии с теорией Хапке несколько меньшему значению фактора упаковки по сравнению с фото-

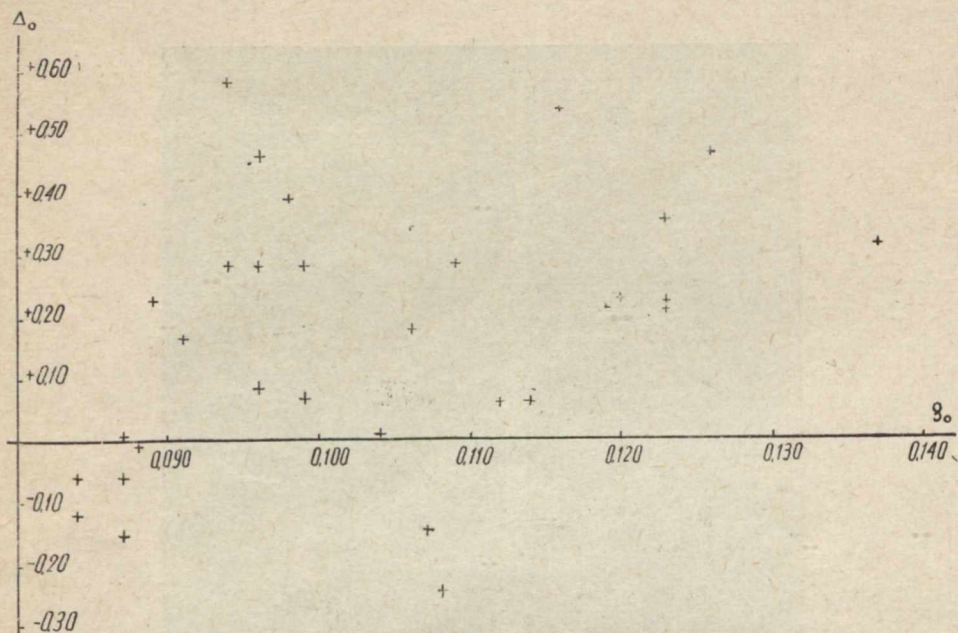


Рис. 5. График зависимости между относительным градиентом вблизи нулевой фазы Δ_0 и яркостным фактором в полнолуние ρ_0 для измеренных участков.

метрически средней лунной поверхностью. И только лишь для нескольких участков можно говорить о заметном отличии. К таким участкам относятся № 10 и № 20.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что все шесть участков в Море Познанном № 26—31 (рис. 3, 6) имеют очень малые значения параметров и располагаются на рис. 4 вблизи начала координат, где они отмечены квадратами. Некоторые из этих участков имеются на снимках, полученных с помощью камеры А «Рейнджер-7» [7].

Рассмотрим расположение и особенности этих участков на фотографиях А-188 и А-193 (рис. 3, 6). Измеренные участки до некоторой степени по-разному включают мелкие кратеры, как первичные, так и вторичные, выявленные этими снимками. Например, участок № 28 включает немного таких кратеров, а участки № 26 и № 27, — несколько больше. Необходимо учитывать, однако, что неизбежные ошибки наведения при фотометрировании должны приводить к некоторому усреднению и нивелировке фотометрических данных, которые фактически должны представлять среднее значение для участка несколько большего размера по сравнению с отмеченным на рисунке в соответствии с выбранным размером окошка микрофотометра. В том случае, если окрестности участка однородны и идентичны фотометрируемому участку по альбедо и наблюдаемой структуре, то нивелировка не будет существенной. Это имеет место для участка № 28, в то время как к участку № 27 примы-

кает и частично в него входит большая группа вторичных кратеров, для которой Койпер отметил связь с лучевыми системами [8].

Принимая во внимание, что все измеренные участки не обнаруживают больших отклонений по закону отражения, а на снимках, полученных с помощью «Рейнджер-7» с наибольшим разрешением выявляются участки с различным распределением мелких кратеров, можно предположить, что заметные отклонения в законе отражения не могут существенно зависеть от наличия таких кратеров и связанных с этим особенностей структуры.

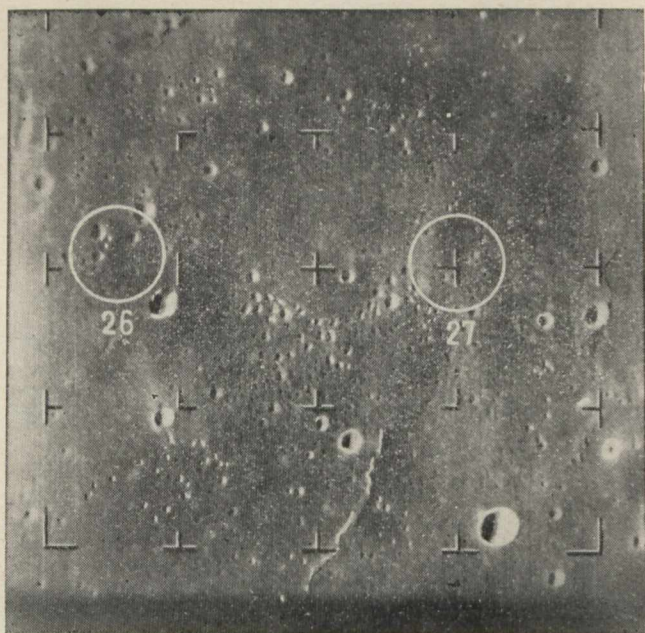


Рис. 6. Снимок А-193, полученный зондом «Рейнджер-7», с указанием положения участков № 26, 27.

Обращает на себя внимание и то, что участки № 26—31 имеют близкие значения яркостного фактора. Однако ввиду того, что структура этих участков имеет не очень существенные различия, а в той же области есть участки, которые в значительно большей степени отличаются по структуре и расположению мелких кратеров, этому обстоятельству нельзя придавать большого значения.

Для выявления возможного влияния наличия мелких кратеров (метрового и дециметрового размера) на значение яркостного фактора участка и особенности закона отражения, представляется интересным продолжить и расширить фотометрические измерения тех областей Луны, изображение которых получены с наибольшим разрешением и сведения о которых теперь имеются.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский, Н. П. Пришляк. Цирк. Харьк. обл., № 25. Изд-во Харьковск. ун-та, Харьков, 1962, стр. 15—31.
2. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский. Вестник Харьковск. гос. ун-та, № 4, сер. астр., вып. 1. Изд-во Харьковск. ун-та, Харьков, 1965, стр. 22—42.

3. В. А. Федоренко. Труды Харьковск. обс., 2(10). Изд-во Харьковск. ун-та, Харьков, 1952, стр. 49—172.
 4. В. А. Езерская, В. И. Езерский. Астроном. Цирк. АН СССР, № 205. Изд-во АН СССР, М., 1959, стр. 10—11.
 5. Н. Н. Сытинская, В. В. Шаронов. Уч. зап. ЛГУ, № 153. Изд-во Ленингр. ун-та, 1952, стр. 114—154.
 6. В. Нарке. J. Geoph. Res., **68**, 1963.
 7. Ranger VII. Photographs of the Moon. Part 1. Camera «A». Ser. ed, 1964.
 8. G. Kuiper. Sky and Tel., 29, № 5, 1965, стр. 293—308.
-

ДИФфузное ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА ПОЛУБЕСКОНЕЧНОЙ ПОЧТИ РАССЕИВАЮЩЕЙ АТМОСФЕРОЙ

Сообщение II

Ю. В. Александров

При интерпретации фотометрических наблюдений ряда планет (Венера, планеты-гиганты) часто рассматриваются модели полубесконечных атмосфер. Приближенные конечные выражения для углового

распределения излучения, отраженного такими атмосферами, получены в [1, 2]. При этом индикатриса рассеяния первого порядка может быть произвольной, а рассеяния высших порядков описываются индикатрисой вида

$$\chi(\gamma) = 1 + x_1 \cos \gamma, \quad (1)$$

где γ — угол рассеяния. Однако в случае релеевского рассеяния, весьма важном в физическом отношении, относительные распределения яркости по диску планеты, даваемые формулами [1, 2], обнаруживают расхождения с точным решением, доходящие до 10—15% (рис. 1). При этом $x_1=0$, а с ростом x_1 погрешность этих формул еще больше возрастает. Поэтому целесообразно иметь также решение рассматриваемой задачи для индикатрисы вида

$$\chi(\gamma) = 1 + x_1 P_1(\cos \gamma) + x_2 P_2(\cos \gamma), \quad (2)$$

где P_1 и P_2 — полиномы Лежандра. Индикатриса (2) содержит как частные случаи релеевскую индикатрису ($x_1=0, x_2=0,5$), а также индикатрису рассеяния света малыми полностью отражающими частицами ($x_1=-1,2, x_2=0,5$) [3, гл. IV]. Общее решение задачи о диффузном отражении света полубесконечной атмосферой с индикатрисой рассеяния (2) при наличии истинного поглощения дано в [4]. Приближенное решение в конечном виде для случая $x_2=0,5$ и малого истинного поглощения (вероятность выживания кванта λ близка к 1) получено в [5]. Ниже приводятся полученные аналогичным образом приближенные формулы интенсивности отраженного света при произвольном x_2 и близком к 1 λ (удержаны члены порядка $\sqrt{1-\lambda}$;

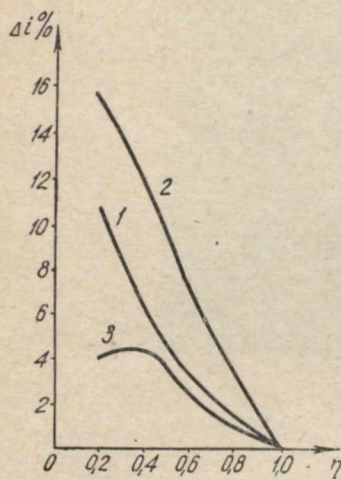


Рис. 1.

$$I = \frac{\lambda S \zeta}{4(\eta + \zeta)} [F_0(\eta, \zeta) + F_1(\eta, \zeta) \sqrt{(1-\eta^2)(1-\zeta^2)} \cos(\varphi - \varphi_0) + F_2(\eta, \zeta) (1-\eta^2)(1-\zeta^2) \cos 2(\varphi - \varphi_0)],$$

$$\begin{aligned}
F_0(\eta, \zeta) &= -\chi_1 \chi(\eta) \chi(\zeta) + \frac{3x_2}{4+x_2} \varphi(\eta) \varphi(\zeta) + \frac{3}{4(4+x_2)} \psi(\eta) \psi(\zeta), \\
\chi(\eta) &= p\eta \frac{1+\sqrt{3}\eta}{1+k_0\eta}, \quad \varphi(\eta) = \eta(1-p+k_0\eta) \frac{1+\sqrt{3}\eta}{1+k_0\eta}, \\
\psi(\eta) &= \left[\frac{4+x_2}{\sqrt{3}} - \eta \left(\frac{4}{3} x_1 p + x_2 + x_2 k_0 \eta \right) \right] \frac{1+\sqrt{3}\eta}{1+k_0\eta}, \\
p &= \frac{4+x_2}{4} \frac{\sqrt{3}k_0}{3-x_1}, \quad k_0^2 = (1-\lambda)(3-x_1), \\
F_1(\eta, \zeta) &= x_1 \theta(\eta) \theta(\zeta) - 3x_2 \sigma(\eta) \sigma(\zeta), \\
\theta(\eta) &= \left[1 - \frac{3x_2}{2} \frac{(3-x_1)\eta}{4(2+R_1)-3x_1} \right] \frac{1+2\eta}{1+k_1\eta}, \\
\sigma(\eta) &= \frac{4}{3} \frac{(3-x_1)(2+k_1)\eta}{4(2+k_1)-3x_1} \cdot \frac{1+2\eta}{1+k_1\eta}, \\
k_1^2 &= 4 - \frac{3}{2} \left[x_1 - \frac{3x_2(3-x_1)}{4} \right], \\
F_2(\eta, \zeta) &= \frac{3x_2}{4} H_2(\eta) H_2(\zeta); \quad H_2(\eta) = \frac{1+2\eta}{1+k_2\eta}, \quad k_2^2 = 4 - \frac{27}{32} x_2.
\end{aligned} \tag{3}$$

Здесь πS — освещенность площадки, расположенной на верхней границе атмосферы нормально падающим лучам

η и ζ — косинусы углов отражения и падения света;

$\varphi - \varphi_0$ — разность азимутов отраженного и падающего лучей.

Для получения формул (3) были приближенно решены вспомогательные интегральные уравнения для функции H_0 в приближении Эддингтона, для функций H_1 и H_2 в приближении Шустера—Шварцшильда. О точности формул (3) дает представление рис. 1. На рис. 1 показан ход величины

$$\Delta i = \left| \frac{i(\eta) - i_r(\eta)}{i_r(\eta)} \right| \cdot 100\%,$$

где

$$i(\eta) = \frac{I(\eta)}{I(1)}.$$

При этом для кривой 1 вычисления проводились по формуле [1], для кривой 2 — по формулам [2], для кривой 3 — по формулам (3). Во всех трех случаях рассматривалась релеевская индикатриса. Точное решение взято из [6, гл. VI].

Известно [7, гл. III], что сферическое альbedo планеты

$$A_c = 4 \int_0^1 \int_0^1 \rho \eta \zeta d\eta d\zeta. \tag{4}$$

Используя интегральное соотношение (20) работы [4], можно в рассматриваемом случае получить:

$$A_c = 1 - \frac{4+x_2}{3-x_1} k_0. \tag{5}$$

Значение сферического альбеда более или менее уверенно определяется для Венеры и в системе V равно 0,76 [8]. Используя формулу (5), можно получить зависимость между оптическими параметрами атмосферы Венеры. Эта зависимость между λ и x_1 показана на рис. 2. Там же темным кружком отмечен результат В. В. Соболева [9] и светлым —

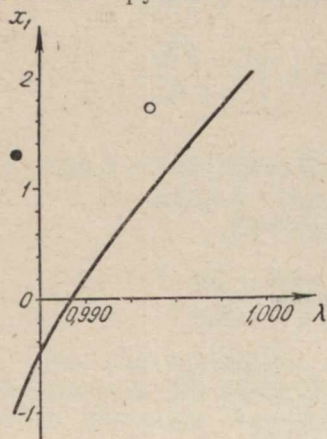


Рис. 2.

можно оценить и величину A_c . Соответствующие данные приведены в табл. 1.

результат Н. П. Барабашова и В. И. Езерского [10], x_2 исключалось с помощью соотношения $x_2 = 0,5 + 0,25 x_1$. Этому соотношению приближенно удовлетворяют параметры x и x_2 (при $0 < x_1 < 2$) полидисперсных индикатрис рассеяния света на малых полупрозрачных частицах, вычисленных в [11]. Интересно отметить, что если для индикатрисы рассеяния света аэрозолями имеет место соотношение $x_2 = 0,5 + 0,25 x_1$, то оно сохраняется и для смеси «аэрозоль + газ». Для планет-гигантов надежно определяется лишь геометрическое альbedo A_r . Если для этих планет справедливо соотношение Рессела между фазовым коэффициентом γ , и фазовым интегралом q , то, исходя из имеющихся оценок для γ ,

Таблица 1

Планеты	$A_r (V)$	γ	q	A_c
Юпитер	0,445	$0,015 \div 0,005$	$1,1 \div 1,7$	$0,5 \div 0,75$
Сатурн	0,461	$\leq 0,01$	$\geq 1,4$	$\geq 0,6$
Уран	0,565	$0,003 \div 0,001$	$\approx 1,9$	≈ 1

Табл. 1 показывает, что для планет-гигантов $A_c \geq 0,5$. При значении $A_c = 0,5$ из (5) получаем, что $\lambda = 0,962$ при $x_1 = 0$ и $\lambda = 0,987$ при $x_1 = 2$, т. е. в атмосферах этих планет в визуальной части спектра истинное поглощение имеет место, но оно крайне незначительно.

В табл. 2 даются для ряда значений λ и x_1 и угла фазы $\alpha = 0$ значения величин $I_0 = \frac{I(0)}{S}$; $b_1 = \frac{1}{I(0)} \cdot \frac{dI(u)}{du} \Big|_{u=0}$; и $b_2 = \frac{1}{2I(0)} \times$

$\times \frac{d^2 I(u)}{du^2} \Big|_{u=0}$, где $u = x^2 - 0,4375$, x — расстояние от центра диска.

Такой выбор аргумента u связан с тем, что при $\alpha = 0$ распределение яркости является четной функцией расстояния от центра диска, а сдвиг на 0,4375, т. е. в точку с $\eta = 0,75$ сделан для того, чтобы полином

$$I = I_0 S(1 + b_1 u + b_2 u^2) \quad (6)$$

лучше аппроксимировал величину I при $0,5 < \eta < 1$. Такой аппроксимацией можно воспользоваться прежде всего для упрощения вычислений. Кроме того, она нужна при определении оптических параметров атмосферы планеты по наблюдаемым относительным распределениям яркости способом, предложенным в [12]. Указанный способ применен к данным поверхностной фотометрии Юпитера в статье «Результаты поверхностной фотографической фотометрии Юпитера», помещенной в этом

Продолжение табл. 2

λ		x_1	0,950	0,954	0,958	0,962	0,966	0,970	0,974	0,978	0,982	0,986	0,990	0,992	0,994	0,996	0,998	1,000
I_0 b_1 b_2	1,1		296	309	323	338	355	372	391	414	440	470	506	528	552	585	628	742
			698	721	745	770	795	822	851	882	915	953	995	1020	1048	1082	1125	1232
			579	598	557	545	532	518	504	487	469	445	422	406	388	365	335	251
I_0 b_1 b_2	1,2		277	291	304	320	337	356	376	399	425	457	493	516	542	575	620	739
			722	747	773	800	827	855	886	917	951	989	1032	1057	1082	1118	1162	1267
			640	626	610	595	578	561	542	522	500	475	445	428	407	382	348	259
I_0 b_1 b_2	1,3		256	269	284	301	317	337	358	383	410	442	481	504	532	566	613	736
			747	775	803	830	860	890	921	954	989	1027	1071	1096	1125	1158	1201	1305
			721	700	680	659	637	615	591	566	539	509	474	453	431	403	365	269
I_0 b_1 b_2	1,4		233	245	263	279	298	318	341	365	394	426	467	493	520	557	606	734
			772	802	834	864	895	926	959	994	1030	1069	1113	1138	1166	1198	1241	1343
			832	802	773	743	714	684	654	622	588	552	510	487	460	428	386	282
I_0 b_1 b_2	1,5		208	223	239	256	276	296	319	347	376	410	452	481	509	547	599	733
			796	826	865	898	932	966	1000	1036	1073	1113	1157	1181	1210	1242	1283	1383
			977	945	901	859	818	777	736	694	658	606	556	527	496	460	412	298
I_0 b_1 b_2	1,6		181	196	213	232	252	274	300	326	359	396	438	467	497	536	592	732
			816	858	897	935	972	1008	1045	1081	1118	1159	1203	1228	1255	1287	1328	1424
			1229	1155	1087	1023	962	904	847	790	735	676	614	580	543	500	446	319
I_0 b_1 b_2	1,7		149	166	183	202	223	247	273	301	334	373	424	448	485	526	576	732
			826	882	929	971	1014	1054	1092	1130	1169	1210	1253	1278	1304	1335	1374	1466
			1617	1484	1372	1268	1153	1085	1002	924	847	771	692	650	604	553	490	347
I_0 b_1 b_2	1,8		118	136	155	175	198	223	251	281	316	358	409	438	473	516	573	733
			827	898	957	1010	1058	1101	1142	1182	1222	1262	1305	1329	1354	1384	1422	1509
			2320	2058	1841	1624	1496	1356	1229	1113	1005	901	797	743	687	624	549	385
I_0 b_1 b_2	1,9		082	101	122	144	168	194	224	257	294	338	392	425	462	508	571	734
			772	886	971	1041	1098	1148	1194	1235	1275	1315	1357	1380	1404	1433	1468	1550
			3845	3185	2700	2327	2029	1784	1576	1396	1234	1087	946	875	802	723	631	440
I_0 b_1 b_2	2,0		044	065	087	111	136	165	196	233	272	321	377	411	451	502	570	736
			482	770	934	1042	1122	1183	1235	1281	1322	1366	1404	1426	1450	1476	1510	1587
			8599	5990	4548	3632	2985	2509	2137	1836	1583	1356	1163	1066	968	866	750	520

же вестнике. Используя найденные значения оптических параметров λ и x_1 , получаем для Юпитера значения сферического альбеда $A_c = 0,53$, фазового интеграла $q = 1,18$; фазового коэффициента $\gamma = 0,13$, что согласуется с данными табл. 1.

Наконец, для вычисления геометрического альбеда нужно проинтегрировать интенсивность отраженного излучения при $\alpha = 0$ по диску планеты. Использовать для этого формулы (3) не представляется возможным, исходя же из представления (6), получаем, что геометрическое альбеда

$$A_r = I_0 (1 + 0,062 b_1 - 0,164 b_2). \quad (7)$$

Надо, однако, заметить, что полученная простая формула дает несколько завышенное значение A_r , так как (6) дает погрешность небольшую (не превосходящую 1,5%) лишь при $0,5 < \eta < 1$, на краю диска погрешность возрастает.

В заключение отметим, что частный случай индикатрисы рассеяния (2) при $x_2 = 0,5$ и отсутствии истинного поглощения ($\lambda = 1$) рассматривался в работе [13].

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Соболев. «Астр. ж.», XX, 5—6, 1943.
2. Э. Г. Яновицкий. Сб. «Физика Луны и планет». Изд-во АН УССР, 1964, стр. 92.
3. К. С. Шифрин. Рассеяние света в мутной среде. Гостехиздат, М., 1951.
4. H. Nogak, S. Chandrasekhar, The Astrophys. Journ., vol. 134, № 1, 1961.
5. Ю. В. Александров. «Вестник ХГУ», № 4, вып. 1, 1965.
6. С. Чандрасекар. Перенос лучистой энергии. Изд-во иностр. лит., М., 1953.
7. В. В. Соболев. Перенос лучистой энергии в атмосферах звезд и планет, ГИТТЛ, М., 1956.
8. Д. Л. Гаррис. Сб. Планеты и спутники, гл. 8. Изд-во иностр. литературы, М., 1963.
9. В. В. Соболев. «Астр. ж.», 21, 5, 1944.
10. Н. П. Барабашов, В. И. Езерский. Изв. АН Каз. ССР, № 90, 1950.
11. Ю. В. Александров, В. И. Гаража. «Вестник ХГУ», № 4, вып. 1, 1965.
12. Ю. В. Александров. «Вестник ХГУ», № 4, 1965.
13. С. Д. Гутшабаш. «Уч. зап. ЛГУ», № 153, 1952.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРХНОСТНОЙ ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ФОТОМЕТРИИ ЮПИТЕРА

Ю. В. Александров

На Харьковской астрономической обсерватории сделано большое количество фотографий Юпитера со светофильтрами. В 1932—1939 гг. такие фотографии были получены Н. П. Барабашовым [1—3]; в 1951—1954 гг. В. Н. Лебединцом [4] и в 1951—1959 гг. А. Т. Чекирдой. Фотографии 1933, 1935, 1938 и 1939 гг. были заново профотометрированы в 1954 г. В. Н. Лебединцом на микрофотометре МФ-2 [4]. В работе [4] приведены также распределения яркости вдоль светлых зон и темных полос Юпитера, полученные им в 1951—1954 гг. Фотографии, сделанные А. Т. Чекирдой, были промерены автором на микрофотометре МФ-2. Характеристическая кривая фотопластинок строилась по 10 маркам, нанесенным с помощью трубчатого фотометра, причем на каждой пластинке наносилось и промерялось по две калибровочные шкалы. Промерялись через 0,1 мм основные три светлые зоны и две темные полосы, видимые на диске Юпитера. Масштаб снимков составлял 9" в 1 мм, размер окошка фотометра 0,05 × 0,05 мм. Измерению, как правило, подвергались по два лучших изображения на двух пластинках для каждого года и каждого светофильтра. Нами было получено 350 кривых распределения яркости. Полное же количество относительных распределений яркости по диску Юпитера, имевшихся в нашем распоряжении, приводится в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Фильтр	$\tilde{\lambda}_{эф}$	1933 г.	1935 г.	1938 г.	1939 г.	1951 г.	1952 г.	1953 г.	1954 г.
Синий . . .	432 $m\mu$	—	—	—	—	1/1	1/1	3/2	3/2
Зеленый . .	460 $m\mu$	3/2	3/2	2/3	2/2	—	—	—	—
Желтый . .	521 $m\mu$	—	—	—	—	—	—	3/2	3/2
Желтый . .	594 $m\mu$	3/2	3/2	—	—	1/1	1/1	3/2	3/2
Красный .	648 $m\mu$	3/2	—	2/3	2/2	1/1	1/1	3/2	3/2

Таблица 2

Фильтр	$\tilde{\lambda}_{эф}$	1951 г.	1953 г.	1954 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.
Синий . . .	432 $m\mu$	12/8	6/4	9/6	12/8	6/4	9/6
Зеленый . .	521 $m\mu$	—	12/8	12/8	12/8	9/6	12/8
Желтый . .	594 $m\mu$	12/8	6/4	12/8	6/4	12/8	—
Красный .	648 $m\mu$	12/8	9/6	3/2	12/8	12/8	9/6

В этих таблицах числитель означает количество распределений яркости вдоль светлых зон, знаменатель—вдоль темных полос. В табл. 1

каждое распределение яркости получено осреднением результатов измерения трех—пяти изображений планеты и проинтерполировано графически на точки, расположенные через 0,05 экваториального радиуса Юпитера.

Таким образом, используется информация, полученная на основе фотометрирования примерно 190 изображений Юпитера. Этот наблюдательный материал позволяет в принципе решать обратную задачу о переносе излучения в атмосфере Юпитера, т. е. определить оптические параметры различных образований, видимых на диске планеты.

Однако обычный метод наименьших квадратов приводит в данном случае к весьма плохо обусловленной системе нормальных уравнений. Это происходит в силу малости значений угла фазы α для Юпитера. Метод предварительной параболической аппроксимации наблюдаемых и теоретических распределений яркости полиномами Чебышева [5] позволяет установить максимально возможное число параметров теоретической модели атмосферы планеты, которые могут быть определены по имеющимся данным наблюдения. В случае относительной поверхностной фотометрии Юпитера это число оказалось равным двум. Таким образом, нужно выбрать модель атмосферы, определяющуюся всего двумя параметрами, но в то же время могущую более или менее правильно отразить физическую реальность. За таковую нами была принята полубесконечная поглощающая атмосфера с индикатрисой рассеяния

$$\chi(\gamma) = 1 + x_1 P_1(\cos \gamma) + x_2 P_2(\cos \gamma), \quad (1)$$

где P_1 и P_2 — полиномы Лежандра, γ — угол рассеяния.

Решение прямой задачи для такой атмосферы найдено в [6], а конечное выражение для интенсивности отраженного излучения в случае малого истинного поглощения получено в нашей статье «Диффузное отражение света полубесконечной, почти рассеивающей атмосферой», помещенной в этом же вестнике.

На основании вычисленных [7] полидисперсных индикатрис рассеяния света на полупрозрачных частицах была получена зависимость между коэффициентами x_2 и x_1 . Эта зависимость относится только к аэрозольной составляющей индикатрисы рассеяния. Но при значениях x_1 от 0 до 2 она может быть аппроксимирована функцией $x_2 = 0,5 + 0,25 x_1$, а такой вид зависимости между x_2 и x_1 сохраняется и для смеси «газ + аэрозоль». Таким образом, остается два подлежащих определению параметра: x_1 — «вытянутость» индикатрисы рассеяния и λ — вероятность выживания кванта или отношение коэффициента рассеяния к сумме коэффициентов рассеяния и истинного поглощения.

Предположение о близости λ к 1 в принятой модели вытекает из большого ($\geq 0,5$) значения сферического альбеда Юпитера [8, гл. III].

Согласно [5] для всех наблюдаемых кривых распределения яркости были вычислены коэффициенты b_1^2 и b_2^2 являющиеся по существу первой и второй производными функции $I_s = I_s(x)$, где $x = r^2$, а I_s — отношение яркости в точке, находящейся на расстоянии (в долях экваториального радиуса) r от точки с $\cos \varepsilon = 0,75$ к яркости этой точки.

Были также протабулированы с шагом 0,05 по x_1 и 0,002 по λ величины b_1^2 и b_2^2 для принятой нами модели атмосферы. С целью выявления зависимости искомых параметров от длины волны света и времени наблюдения был проведен двухфакторный дисперсионный анализ полученных значений b_1^2 и b_2^2 , который показал, что с уровнем значимости 0,95 возможный ход по спектру в зелено-красной части и возможные изменения со временем во всех фильтрах лежат в пределах ошибок наблю-

дений. Окончательно принятые значения коэффициентов b_1^3 и b_2^3 и доверительные интервалы для них даются в табл. 3.

Таблица 3

$\tilde{\lambda}_{\text{эф}}$	Светлые зоны				Темные полосы			
	b_1^3	Δb_1^3	b_2^3	Δb_2^3	b_1^3	Δb_1^3	b_2^3	Δb_2^3
460—650 мμ	−1,055	±0,024	−0,515	±0,051	−0,962	±0,032	−0,544	±0,058
430 мμ	−1,055	±0,024	−0,234	±0,081	−0,962	±0,032	−0,284	±0,092

В табл. 4 даны соответствующие данным табл. 3 значения оптических параметров λ и x_1 , а на рис. 1 показаны доверительные эллипсы, характеризующие неопределенность найденных значений λ и x_1 .

Таблица 4

$\tilde{\lambda}_{\text{эф}}$	Светлые зоны		Темные полосы	
	λ	x_1	λ	x_1
460—650 мμ	0,987	1,36	0,980	1,29
430 мμ	1,000	0,6	0,998	0,7

В силу того, что при решении задачи был сделан ряд упрощающих допущений, прежде всего необходимо проверить полученные результаты сопоставлением с данными других наблюдений. На

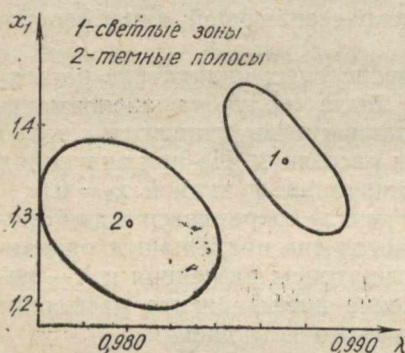


Рис. 1.

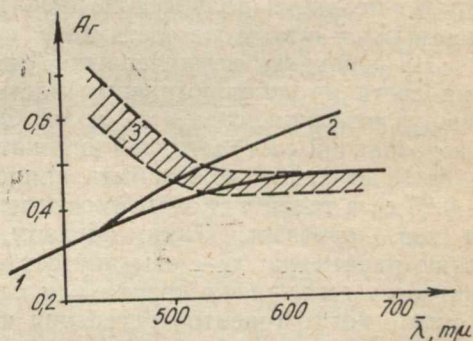


Рис. 2.

рис. 2 приведены: ход по спектру геометрического альbedo Юпитера A_g [9] (кривая 1); значения A_g найденные по наблюдаемому распределению яркости и коэффициенту яркости центра диска Юпитера, полученному в [4] (кривая 2); заштрихованная область 3, которая представляет область значений геометрического альbedo, вычисляемого по найденным значениям λ и x_1 с учетом их неопределенности. При этом во втором и третьем случаях бралось значение, среднее между значениями для светлых и темных областей. Учитывая, что наше решение получено на основе приближенных формул, можно считать, что найденные значения оптических параметров атмосферы Юпитера согласуются с данными интегральной фотометрии в длинноволновой части спектра (500—650 мμ). При найденных значениях λ и x_1 контраст между светлыми

зонами и темными полосами должен составлять 0, 11, среднее же значение наблюдаемых контрастов равно 0, 10.

Нейтральность оптических свойств Юпитера в этой области спектра подтверждается также результатами Е. Л. Кримова [10], по данным которого средний по диску спектральный коэффициент яркости в пределах 490—650 $m\mu$ сохраняет практически постоянное значение.

Существенное расхождение имеется в синей части, где наблюдаемый ход отражательной способности Юпитера качественно отличается от получающегося у нас. По-видимому, принятая модель атмосферы в этой части спектра оказывается неудовлетворительной прежде всего потому, что атмосферу нельзя здесь считать оптически однородной по высоте, как это предполагается в рассматриваемой выше модели. Для проверки этого предположения была рассмотрена модель двухслойной атмосферы (весьма грубая, конечно) на основе формулы:

$$I = A \cos^q i e^{-2\tau \sec i} + 0,188 (1 - e^{-2\tau \sec i}), \quad (2)$$

в которую вместо члена $A \cos^q i$, характеризующего закон отражения от подстилающей поверхности, вводились значения интенсивности отраженного излучения, рассчитанные для рассмотренной выше модели атмосферы. Таким образом, предполагается, что над полубесконечной газовой-аэрозольной атмосферой находится оптически тонкий слой газа, рассеивающий свет по закону Релея. Оказалось, что при значениях $\tau = 0,10 \div 0,20$, $x_1 = 1,3 \div 1,5$; $\lambda = 0,984 \div 0,988$ (для зон) и $\lambda = 0,977 \div 0,982$, $x_1 = 1,2 \div 1,5$ (для полос) в пределах ошибок наблюдений можно согласовать наблюдаемые и вычисленные значения альбедо. Отсюда следует, что над облачным слоем Юпитера находится слой газа, достаточно толстый, чтобы он мог заметно повлиять на оптические свойства планеты в синих лучах. Несовершенство наблюдений не позволяет пока более точно оценить параметры этого газового слоя.

Для дальнейшей интерпретации полученных значений оптических параметров будем считать, что газовая составляющая рассеивает свет по закону Релея. Тогда

$$x_1 = \frac{k_{pa} x_{1a}}{k_{pa} + k_{pR}}, \quad (3)$$

где k_{pa} и k_{pR} — коэффициенты рассеяния аэрозольной и газовой компонент атмосферы. Используя известную формулу для релеевского коэффициента рассеяния света в газах и выражение для k_{pa} [11, гл VII], соотношение (3) можно привести к следующему виду:

$$p = C \tilde{\lambda}^6 k_{pa}^* \left(\frac{x_{1a}}{x_1} - 1 \right), \quad (4)$$

где p — некоторый параметр, характеризующий физические свойства атмосферы, а именно

$$p = \frac{\delta_r}{N \delta_a^2} \left(\frac{R_r}{R_a} \right)^2, \quad (5)$$

причем δ_r — плотность газа; N — число аэрозолей в единице объема; δ_a — плотность вещества, образующего аэрозоли; R_r и R_a — рефракции газовой и аэрозольной составляющих атмосферы, коэффициент $C = 0,0211 \text{ г}^{-1}$. Величины x_{1a} и $k_{pa}^* = \lambda^{-2} k_{pa}$ — протабулированы в [7] как функции длины волны λ , среднего размера аэрозолей $\bar{a}$ и дисперсии их распределения по размерам σ^2 . Зависимости $p(a)$ при зна-

чении $\sigma^2 = 0,5$ и полученных выше значениях x_1 приведены на рис. 3. Задавая теперь вид зависимости $p(\lambda)$, можно найти значения p и $\bar{a}$. Близость точек пересечения кривых на рис. 3 делает естественным предположение о том, что в рассматриваемой части спектра $p(\lambda) = \text{const}$. Тогда получаем, что $\bar{a} = (0,075 \pm 0,005) \mu$, $p = (0,011 \pm 0,003) \text{ см}^6 \text{ г}^{-1}$. Взято значение, среднее для светлых и темных областей, так как различия в значениях x_1 для них лежат в пределах ошибок наблюдений.

Зная $\bar{a}$, находим x_{1a} , а затем, используя (3), находим альбедо аэрозолей λ_a (табл. 5), причем

$$\lambda_a = \left[1 + \frac{x_{1a}}{x_1} \left(\frac{1}{\lambda} - 1 \right) \right]^{-1}. \quad (6)$$

Принимая, что в пределах ошибок наблюдений рассеивающие свойства аэрозолей в зонах и полосах совпадают, можно найти отношение коэффициентов истинного поглощения аэрозолей в зонах и полосах, различие которых и обуславливает наблюдаемый контраст светлых

зон и темных полос. Величина $\frac{k_{n\text{пол}}}{k_{n\text{зон}}}$ ока-

зывается равной 1,56. Заметим, что согласно [12] степень поляризации света для зон и полос также не обнаруживает систематического различия и существенного хода по спектру.

Таблица 5

$\tilde{\lambda}_{\text{эф}}$		521mμ	594mμ	648mμ
x_{1a}		2,12	1,95	1,86
λ_a	Зоны	0,979	0,981	0,982
	Полосы	0,969	0,971	0,972

В заключение нужно указать, что для дальнейшего уточнения строения атмосферы Юпитера, получения более точных оценок ее оптических параметров и более уверенной их интерпретации необходим дополнительный наблюдательный материал. Крайне желательно провести одновременную интегральную и абсолютную поверхностную фотометрию в широком интервале длин волн, включая ультрафиолетовую и инфракрасную области, в участках спектра по возможности свободных от полос поглощения.

Надо получить распределение яркости как можно ближе к краю диска, ибо на тех 0,15 радиуса диска планеты, которые нельзя профотометрировать на фотографии, мы теряем до половины информации, содержащейся в кривой распределения яркости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Барабашов, Б. Е. Семейкин, «Астр. ж.», XI, 2, 1934.
2. Н. П. Барабашов, «Публ. ХАО», № 7, Харьков, 1941.

3. Н. П. Барабашов. «Публ. ХАО», № 8, Харьков, 1948.
 4. В. Н. Лебединец. «Труды ХАО», 12, 1957.
 5. Ю. В. Александров. «Вестник ХГУ», № 4, вып. 1, 1965.
 6. Н. Hорak and S. Chandrasekhar. «The Astrophys. Journal», vol. 134, № 1, 1961.
 7. Ю. В. Александров, В. И. Гаража. «Вестник ХГУ», № 4, вып. 1, 1965.
 8. В. В. Соболев. Перенос лучистой энергии в атмосферах звезд и планет. ГИТТЛ, М., 1956.
 9. Д. Л. Гаррис. Сб. «Планеты и спутники», гл. 8, Изд-во иностр. лит., М., 1963.
 10. Е. Л. Кринов. «Астр. ж.», XII, 5, 1935.
 11. К. С. Шифрин. Рассеяние света в мутных средах. ГИТТЛ, М.—Л., 1951.
 12. А. Дольфус. Сб. «Планеты и спутники», гл. 9. Изд-во иностр. лит., М., 1963.
-

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ МАРСА В КОРОТКОВОЛНОВОЙ ЧАСТИ СПЕКТРА

Н. Б. Ибрагимов

Для определения оптических параметров атмосферы Марса в коротковолновой части спектра на основании фазовой кривой изменения блеска необходимо прежде всего выбрать соответствующую теоретическую модель рассеяния света в планетных атмосферах.

Для интерпретации результатов наших наблюдений, полученных во время противостояния 1960—1961 гг. [1], мы можем применить приближенную теорию рассеяния света в планетных атмосферах, разработанную В. В. Соболевым [2] для случая $\tau_0 = \infty$, $\lambda < 1$ при произвольной индикатрисе рассеяния $\chi(\Theta)$.

Поскольку существенным является вводимое предположение о большом значении оптической толщины атмосферы Марса в коротковолновой части спектра, то прежде всего следует проверить, насколько соответствует этому предположению состояние атмосферы Марса по визуальным и фотографическим наблюдениям, проведенным во время противостояния 1960—1961 гг.

Муамота и Накаи [3] на основании визуальных и фотографических наблюдений, сделанных ими в 1960—1961 гг., заключают, что для атмосферы Марса в этот период было характерно наличие постоянной «синей дымки». В обеих полярных зонах и в экваториальном поясе часто появлялись белые и желтые облака.

Брэдфорд [4] на основании своих наблюдений заключает, что полного прояснения в это время не наблюдалось ни разу, но умеренные прояснения были.

Вемер [5] на основании визуальных наблюдений, проведенных им в 1960—1961 гг., отмечает, что над некоторыми областями поверхности встречались облака и атмосферные помутнения.

Основываясь на данных фотографической фотометрии, из которых следует, что в ультрафиолетовых и синих лучах поверхность Марса не видна (за довольно редким исключением), а также наблюдений, сделанных во время противостояния 1960—1961 гг. разными авторами [3, 4, 5], мы можем предполагать, что в коротковолновой части спектра оптическая толщина атмосферы Марса $\tau_0 > 1$.

Получаем систему уравнений:

$$\lambda f(\alpha) \chi(\theta) + g(\alpha, \lambda, x_1) = h(\alpha), \quad (1)$$

где $\Theta = \pi - \alpha$, α — угол фазы, λ — отношение коэффициента рассеяния к сумме коэффициентов рассеяния и истинного поглощения, а

$$f(\alpha) = \frac{\pi}{16} \left[1 - \sin \frac{\alpha}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{4} \right], \quad (2)$$

$$g(\alpha, \lambda, x_1) = \int_{\alpha - \frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos(\alpha - \omega) \cos \omega d\omega \int_0^{\frac{\pi}{2}} [A(\eta, \zeta) + A_1(\eta, \zeta) \cos(\varphi - \varphi_0)] \cos^3 \phi d\phi, \quad (3)$$

$$h(\alpha) = \frac{\pi}{2} \left(\frac{L\Delta}{Rr} \right)^2 2,512^{G_\lambda - m_\lambda}. \quad (4)$$

Индикатриса рассеяния $\chi(\theta)$, значения которой входят в систему (1), удовлетворяет условиям нормировки

$$\frac{1}{2} \int_0^\pi \chi(\theta) \sin \theta d\theta = 1; \quad \frac{3}{2} \int_0^\pi \chi(\theta) \sin \theta \cos \theta d\theta = x_1, \quad (5)$$

где G_λ — звездная величина Солнца, L — расстояние планеты от Солнца, Δ — расстояние планеты от Земли, r — расстояние Земли от Солнца, R — радиус планеты.

Для планет, наблюдаемых при всех значениях угла фазы от 0° до 180° , из уравнений (1) и (5) легко определить значения индикатрисы рассеяния $\chi(\theta)$ и параметры λ и x_1 .

Однако для Марса угол фазы не превышает 47° , поэтому для определения параметров λ и x_1 необходимо задать вид индикатрисы рассеяния $\chi(\theta)$.

Для осуществления намеченной цели необходимо было затабулировать функции, входящие в уравнения (1). При вычислениях функции $h(\alpha)$ учитывалось что монохроматические звездные величины Марса редуцированы к стандартным расстояниям от Солнца и от Земли $L = \Delta = 1$. Тогда вместо (4) получим:

$$h(\alpha) = \frac{\pi}{2} \frac{1}{R^2} 2,512^{G_\lambda - m_\lambda}. \quad (6)$$

Для определения λ и x_1 значения функции $g(\alpha, \lambda, x_1)$ были вычислены на электронной вычислительной машине БЭСМ-2 (Академия наук Азербайджанской ССР).

Система уравнений (1) решалась путем подбора значений параметров λ и x_1 при данной индикатрисе рассеяния таким образом, чтобы одновременно удовлетворялись данные интегральной фотометрии и распределения яркости по диску Марса.

Прежде всего были проведены вычисления для релеевской индикатрисы рассеяния

$$\chi(\theta) = \frac{3}{4} (1 + \cos^2 \theta). \quad (7)$$

Оказалось возможным подобрать только такое значение параметра λ , при котором наблюдения и теория согласуются при углах фазы $\alpha > 20^\circ$. При меньших значениях угла фазы $\alpha < 20^\circ$ теоретическая кривая идет ниже наблюдаемой, что видно из рис. 1.

Таким образом, оказалось, что для $\lambda 4050 \text{ \AA}$ $\lambda = 0,20$, а для $\lambda 4250 \text{ \AA}$ $\lambda = 0,24$.

Как показали вычисления, при указанных значениях λ распределение яркости по диску почти постоянно и коэффициент яркости в центре диска значительно меньше наблюдаемого, что можно видеть из табл. 1.

Отсюда следует, что в коротковолновой части спектра рассеяние света в атмосфере Марса не подчиняется закону Релея.

Были определены параметры λ и x_1 для индикатрисы рассеяния вида:

$$\chi(\theta) = 1 + x_1 \cos \theta + (0,5 + 0,25x_1) \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2}. \quad (8)$$

При этом были использованы различные комбинации значений параметров λ и x_1 , как для положительных x_1 , так и для отрицательных.

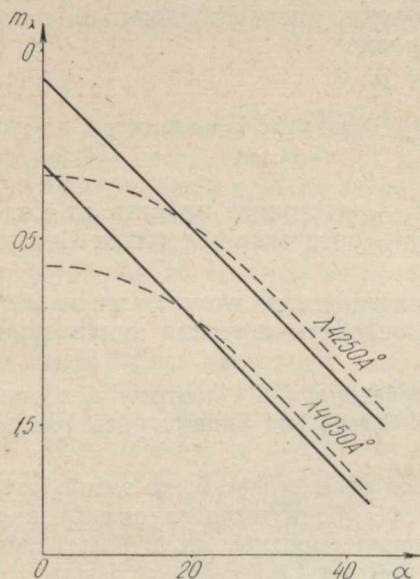


Рис. 1. Фазовые кривые:

(—) наблюдаемые; (---) теоретически вычисленные для индикатрисы рассеяния

$$\chi(\theta) = \frac{3}{4} (1 + \cos^2 \theta).$$

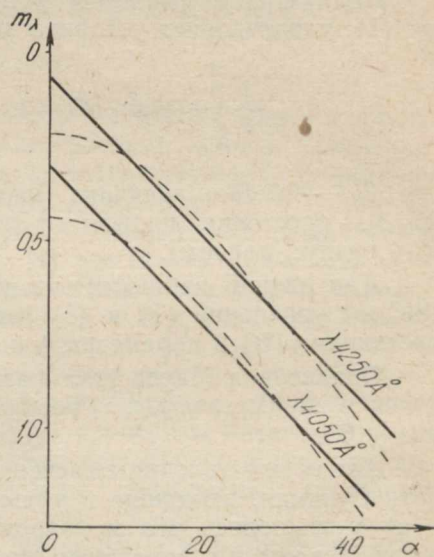


Рис. 2. Фазовые кривые:

(—) — наблюдаемые; (---) теоретически вычисленные для индикатрисы рассеяния

$$\chi(\theta) = 1 + x_1 \cos \theta + (0,5 + 0,25 x_1) \cdot \frac{3 \cos^2 \theta - 1}{2}.$$

Наилучшее согласие теории с наблюдениями [1] получилось при следующих параметрах: $\lambda = 0,55$, $x_1 = 1,45$ для $\lambda 4050\text{\AA}$, $\lambda = 0,60$, $x_1 = 1,45$ для $\lambda 4250\text{\AA}$, что видно из рис. 2.

По этим величинам λ и x_1 было вычислено распределение яркости по диску, которое хорошо согласуется с данными наблюдений [6] и приведено в табл. 1.

Таким образом, при заданной индикатрисе рассеяния определены параметры λ и x_1 , одновременно удовлетворяющие данным интегральной и поверхностной фотометрии в коротковолновой части спектра.

Полученные параметры указывают на то, что в коротковолновой части спектра в атмосфере Марса большое значение имеет истинное поглощение ($\lambda = 0,55$ для $\lambda 4050\text{\AA}$ и $\lambda = 0,60$ для $\lambda 4250\text{\AA}$), а индикатриса рассеяния вытянута вперед ($x_1 = 1,45$).

Следовательно, можно полагать, что существенную роль в коротковолновой части спектра в атмосфере Марса играют крупные частицы, рассеивающие свет в направлении падения.

Т а б л и ц а 1

$x(\theta) = \frac{3}{4}(1 + \cos^2\theta)$			$\rho_{\text{наблюд}}$	$x(\theta) = 1 + x_1 \cos \theta + (0,5 + 0,25x_1) \frac{3 \cos^2\theta - 1}{2}$	
η	$\rho_{\lambda}^{\tau} 4050\text{\AA}$	$\rho_{\lambda}^{\tau} 4250\text{\AA}$		$\rho_{\lambda}^{\tau} 4050\text{\AA}$	$\rho_{\lambda}^{\tau} 4250\text{\AA}$
1,0	0,042	0,051	0,060	0,060	0,075
0,9	0,048	0,056	0,064	0,063	0,076
0,8	0,051	0,063	0,071	0,066	0,080
0,7	0,058	0,072	0,074	0,069	0,084
0,6	0,069	0,083	0,080	0,075	0,088
0,5	0,081	0,099	0,086	0,085	0,099

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Б. Ибрагимов. Вестник ХГУ, № 4, серия астрономическая, вып. 1. Изд-во Харьковск. ун-та, Харьков, 1965.
2. В. В. Соболев. Перенос лучистой энергии в атмосферах звезд и планет. Гостехиздат, М., 1956.
3. S. Miyamoto, I. Nakai. Contribs. Inst. Astrophys. and Kwasan observ. Univ. Kyoto, 1961, N 105.
4. Smith Bradford. Publ. Astron. Soc. Pacif., 1962, 73, N 435.
5. Sandner Werner. «Sterne», 1961, № 9—10.
6. Н. П. Барабашов, И. К. Коваль. Фотографическая фотометрия Марса со светофильтрами в 1956. Изд-во Харьковск. ун-та, Харьков, 1959.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЯМЫХ ВОСХОЖДЕНИЙ БОЛЬШИХ ПЛАНЕТ МЕРИДИАННЫМ КРУГОМ ХАО в 1964 году

К. Н. Кузьменко, В. Х. Плужников, К. Н. Деркач

Реформа национальных Астрономических ежегодников, вступившая в силу с 1960 г. повысила точность эфемерид планет-гигантов. Теперь они даются по прямому восхождению с точностью до $0^s,001$.

В результате переработки теории движения этих планет были устранены необъяснимые ранее расхождения между теоретическими и наблюдаемыми положениями планет. Однако и в настоящее время в отношении планет-гигантов задача состоит в систематическом накоплении наблюдательного материала и контроле точности эфемерид путем сравнения последних с наблюдаемыми положениями планет.

Реформа Астрономических ежегодников в соответствии с решениями Международного астрономического союза не повысила точность эфемерид планет земной группы. Эфемериды этих планет, публикуемые в настоящее время в Астрономических ежегодниках, находятся в строгом соответствии с теорией Ньюкома (для Марса учитываются поправки Росса), созданной более 100 лет назад.

В наш век — век космонавтики — требования к точности астрономических эфемерид планет непрерывно растут. В Институте теоретической астрономии АН СССР Д. К. Куликовым и Н. С. Субботиной была произведена оценка точности эфемерид планет земной группы, публикуемых в настоящее время в Астрономических ежегодниках. Получены следующие значения для геоцентрической ошибки планеты: Меркурий $2'',9 \pm 0'',4$, Венера $6''0 \pm 0'',7$, Марс $6''6 \pm 1'',2$.

Д. К. Куликов отметил, что эта ошибка сравнима с расхождениями между наблюдаемыми и эфемеридными положениями планеты.

В связи с необходимостью уточнения теории движения планет земной группы особенно нужны систематические наблюдения их, проведенные более или менее равномерно как по орбите планеты, так и по орбите Земли.

В 1964 г. на меридианном круге ХАО продолжались наблюдения больших планет как внутренних, так и внешних. Наблюдения прямых восхождений планет регистрировались на пишущем хронографе. При ведении Нептуна и Урана подвижная нить наводилась на центр диска планеты, т. е. делила диск пополам. При наблюдении Марса, Юпитера и Сатурна до середины поля зрения нить вели по впереди идущему краю диска планеты, после середины — по идущему позади краю диска. При ведении Венеры подвижная нить наводилась на круглый край диска и при обработке учитывалась поправка за радиус планеты.

Обработка велась по форме Бесселя. Вычисления производились по наблюдениям близполюсной и южной звезды.

Вычисленные значения прямых восхождений планет приведены в табл. 1. В первой графе таблицы указана дата наблюдения, во вто-

Таблица 1

Дата	Наблюденное прямое восхождение	Наблюдение—эфемериды	Число опорных звезд	Наблюдатель
Венера				
Октябрь				
20	11 ^h 13 ^m 11 ^s ,001	—0 ^s ,010	3	К
21	11 17 37,183	—0,104	3	К
22	11 22 3,604	+0,220	3	К
26	11 39 48,687	+0,197	5	К
Ноябрь				
9	12 42 16,020	+0,257	2	К
10	12 46 45,936	+0,275	4	К
28	14 09 30,973	+0,131	6	К
11	12 51 16,215	+0,185	4	К
Марс				
Ноябрь				
10	10 19 01,726	+0,096	7	К
17	10 32 41,569	+0,299	2	К
Юпитер				
Январь				
11/12	0 45 30,294	+0,060	5	Г
20/21	0 49 45,286	—0,004	4	Г
24/25	0 51 52,830	—0,170	4	К
Октябрь				
7/8	3 32 48,873	+0,147	4	К
Ноябрь				
9/10	3 17 44,162	—0,122	5	К
10/11	3 17 11,408	+0,056	4	К
23/24	3 10 08,238	+0,103	5	К
Сатурн				
Сентябрь				
12/13	22 11 53,893	+0,049	13	Д
14/15	22 11 22,700	+0,039	3	Д
15/16	22 11 07,401	+0,067	8	Д
16/17	22 10 52,181	—0,011	3	П
17/18	22 10 37,181	—0,060	4	П
18/19	22 10 42,407	—0,079	7	Д
23/24	22 09 11,974	+0,032	10	Д
26/27	22 08 32,526	+0,053	7	Д
27/28	22 08 19,879	+0,041	3	Д
28/29	22 08 07,417	—0,059	3	Д
Октябрь				
5/6	22 06 48,937	—0,011	4	П
13/14	22 05 38,362	—0,076	4	П
20/21	22 04 55,319	+0,025	4	П
21/22	22 04 50,633	+0,024	3	П
22/23	22 04 46,269	—0,036	4	П
Ноябрь				
1/2	22 04 24,454	—0,111	6	Д
2/3	22 04 24,515	—0,036	5	Д
3/4	22 04 24,974	+0,026	4	П
9/10	22 04 35,712	—0,010	6	К
10/11	22 04 38,944	+0,020	4	К
21/22	22 05 04,092	—0,025	4	К
23/24	22 05 56,312	+0,023	3	К

Продолжение табл. I

Дата	Наблюдаемое прямое восхождение	Наблюдение — эфемерида	Число опор- ных звезд	Наблюда- тель
Нептун				
Май				
14/15	14 ^h 57 ^m 19 ^s .708	—0 ^s .179	3	П
18/19	14 56 54,190	—0,289	5	П
30/31	14 55 41,308	—0,162	3	П
Июнь				
15/16	14 54 16,721	—0,162	3	П
18/19	14 54 03,016	—0,162	5	П
19/20	14 53 58,581	—0,225	3	П
20/21	14 53 54,861	—0,238	4	П
21/22	14 53 50,083	—0,255	4	П
Уран				
Май				
6/7	10 32 03,437	—0,010	5	П

рой — наблюдаемое прямое восхождение, в третьей — разность между наблюдаемым и вычисленным значениями прямого восхождения, в четвертой — число опорных звезд, в пятой — наблюдатель (К—Кузьменко, П—Плужников, Д—Деркач, Г—Гриценко).

В заключение выражаем благодарность М. К. Капинос и А. Ф. Кочерженко за выполнение вычислений для данной работы.

К ВОПРОСУ СИНХРОНИЗАЦИИ ВРЕМЕН РАЗЛИЧНЫХ ПУНКТОВ ЗЕМЛИ ПО ПРИЕМАМ СВЕРХДЛИННОВОЛНОВЫХ РАДИОСТАНЦИЙ

В. И. Туренко

Решение некоторых проблем современной науки и техники выдвигает задачу синхронизировать с высокой точностью часы и аппаратуру, находящиеся в различных точках земной поверхности.

Для синхронизации часов служб времени и частоты используются специальные методы [1].

При изучении астрономических и геофизических явлений синхронизация времен различных точек земной поверхности производится по радиосигналам времени. Точность привязки при этом определяется погрешностью вычисления времени распространения радиосигналов τ и ошибкой их регистрации. Для уменьшения первой из них и основной в данном случае погрешности необходимо измерять время распространения для каждого сеанса приема. Так как это не осуществляет при приеме сигналов времени ни одна служба времени, то при определении времен подач сигналов учитывают средние времена распространения τ , считая их неизменными в течение суток и года.

Согласно работам [1, 2, 3, 4, 5], синхронизация на коротких волнах не может обеспечить точность, соответствующую современным требованиям науки и техники, ввиду нестабильности среды распространения коротких волн. Результаты исследования распространения сверхдлинных волн, показавшие высокую фазовую стабильность этих волн и возможность прогнозирования суточного сдвига фазы, позволяют рекомендовать их для синхронизации. Однако имеется указание на источник существенной ошибки привязки по СДВ — неопределенность начала переднего фронта импульса времени вследствие медленного его нарастания.

Мы поставили задачу проанализировать точность привязки трех систем времени TU2: Time Sistem Royal Observatory Bulletins, Heure demi-definitive Bulletin Horaire du Bureau International de l'Heure и Эталонного времени СССР по английской СДВ станции ГБР за 1963 год.

Станция ГБР подавала сигналы времени три раза в сутки: в 9^h, 15^h и 21^h Всемирного времени на частоте 16 кгц. Из Royal Observatory Bulletins мы использовали систему времени TU2 двух сеансов подач сигналов радиостанцией: ГБР — 9^h и ГРБ — 15^h [6], а из Bulletin Horaire ВИН — TU2 Heure demi-definitive трех сеансов подач сигналов времени этой же радиостанции: ГБР — 9^h, ГРБ — 15^h и ГРБ — 21^h [7]. Из Эталонного времени Государственного комитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР мы использовали Эталонное время также трех вышеназванных сеансов подач радиосигналов времени [8].

Таблица 1

Time Sistem Royal Observatory Bulletins

Месяцы Числа	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-1	-1	+1	0	-1	-	0	0	-1	+2	+2	-4
2	0	-1	+1	0	+1	-	+2	+1	+2	-2	-	+4
3	-1	0	+0	+3	+1	+1	+1	-	+1	+3	+2	+4
4	+4	-1	+0	0	-	0	+2	-	+1	-	+3	+3
5	-	0	+0	0	-	+1	+1	0	+1	-	+2	+2
6	-	0	+0	-	0	0	-	-	+2	-	+2	2
7	0	0	-1	-	-	-	+1	+5	-	+2	+1	-
8	-2	-2	-	-	-	-	0	+3	+2	+2	-	-18
9	-2	-	-	-2	+1	+1	+3	+4	0	+3	-	2
10	0	-	0	-	-	+2	+2	-	-	+1	-	1
11	-	-2	+1	-	-	+2	-	-	+3	+1	+3	3
12	-	-2	+1	-	-	+2	+2	-	-	+1	+5	4
13	-	-2	0	-	-	+2	-	+1	+3	-	-	-
14	-	-2	0	-	-	+2	-	+1	-	+2	-	1
15	-2	-4	-	-	+1	-	+3	+4	-	+1	-	1
16	-1	-	-2	-2	+2	-	0	0	+2	+1	+5	2
17	-3	-	-	-	-1	+1	+1	-	+3	+1	-	0
18	-2	-	-2	-	0	+1	0	-	+2	0	-	1
19	-	-1	+1	-	-	+1	+2	-	+2	+2	-	-
20	-	-1	+1	-	-2	-2	-	+3	+2	+1	+3	5
21	-2	-	0	-	+2	-	+2	+1	+1	-	0	4
22	-2	-2	+1	-	+6	-	-1	0	-	+3	-	-
23	+2	-	-	+2	+1	-	+1	+1	+1	+2	-	-
24	-1	-	-	+1	+1	-	0	0	-	-	0	-
25	+3	0	+1	-	-	+1	+1	-	+1	+2	-	-
26	-	+1	+1	-	+2	0	0	-	0	-	+2	-
27	-	0	-	-	-	-	+2	+2	+3	-	+3	-
28	-	+1	-	-	+2	-	0	0	0	-	0	-
29	+1	+1	0	-	+1	-	-	+1	-	+1	-	-
30	-2	-	+1	0	+2	-	-1	0	-2	+3	-	3
31	+1	-	-	-	-	-	+2	-	-	+1	-	1
Среднее за месяц	-0,5	-0,7	+0,1	-0,1	+1,1	+0,5	+1,1	+1,8	+1,7	+1,5	+1,7	+2,3

Примечание. Цифры, представленные в таблицах, даны в десятичных долях секунд.

Таблица 2

Heure demi-definitive Bulletin Horaire BИH

Месяцы Числа	I		II		III		IV		V		VI	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	-2	-0	-6	-12	+5	-9	+2	-2	-2	+7	+3	+16
2	+6	+5	+10	+3	+0	-2	+3	-5	+0	+9	-	+7
3	-1	-0	-1	+0	-2	-11	+13	-10	+5	+10	+11	-1
4	-10	-7	+6	+1	+8	+3	+23	+23	-3	+1	+4	+10
5	-3	-5	+1	-5	+4	+5	-2	-0	-8	+3	-9	+5
6	-1	-2	+1	-1	+9	+2	+4	+21	+7	+8	-	+4
7	-3	-1	-2	-1	-4	+12	+3	+4	+0	-2	-1	-4
8	+1	+2	-5	+6	-1	+8	+1	+10	+4	+1	-13	-5
9	+5	-1	-3	+5	-10	-6	-7	+6	+5	+3	+5	+12
10	-3	-10	+8	-4	-16	+1	+0	+3	-14	+15	+2	+2
11	-2	-18	-4	-6	-3	+12	-2	+6	+5	+14	+4	+3
12	+4	-22	-11	-11	+11	+10	-5	-10	+18	+15	-10	-12
13	-3	+2	-2	+1	-5	+9	-2	+0	-7	+11	-0	+5
14	+7	+3	-2	-2	+3	+4	-8	+2	+6	+10	+7	+9
15	+2	+11	-7	+1	-5	+5	-2	+8	-1	+3	+1	-2
16	+6	-18	+3	-2	+12	-1	-5	+4	+11	+1	+12	+6
17	-6	-3	+0	+6	+3	+5	-4	+8	-3	+3	-4	+3
18	+6	-0	-8	-7	-11	+8	+13	+5	-1	+5	+7	+10
19	+5	-12	+1	+1	-6	-4	+0	+2	+1	+2	+1	+4
20	+2	-5	+1	-6	-1	-4	+4	-2	-5	+10	-3	-6
21	+6	-9	+1	-13	+1	+6	-17	+34	-5	+8	-3	-2
22	+6	-0	+3	-	-	+11	+0	+3	+0	+12	+4	+8
23	+5	-3	-8	-	-	-	-	-	-	+13	-	-
24	+2	-12	+1	-	-	-	-	-	-	+5	-	-
25	+2	-5	+1	-	-	-	-	-	-	+2	-	-
26	+6	-0	+1	-	-	-	-	-	-	+10	-	-
27	-5	-9	+1	-	+4	+6	+17	+3	-5	+12	+3	-6
28	-1	-4	-	-	+3	+11	+0	-	+0	+13	-	-2
29	-5	-9	-	-	-	-	-	-	-	+12	+4	+8
30	-1	-9	-	-	-	-	-	-	-	+13	-	-
31	-2	-1	-	-	-	-	-	-	-16	-11	-	-
Среднее за 10 дней	-0,4	-1,0	+0,9	-2,7	-0,8	-1,0	+5,1	+2,6	+0,9	+2,7	+0,3	+3,8
	-1,4	-1,4	-0,2	-3,7	-0,7	+3,3	-1,9	+2,9	+5,5	+10,0	+2,2	+3,2
	+1,2	-4,4	+2,4	-1,8	+0,6	-0,7	+3,6	+5,3	-1,0	+4,2	+0,8	+3,8
Среднее за месяц	-0,2	-2,4	+0,2	-2,8	-0,3	+0,5	+2,4	+3,6	+1,7	+5,6	+1,2	+3,6

Продолжение табл. 2

Месяцы Числа	VII		VIII		IX		X		XI		XII	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	2	8	0	-13	-2	12	3	3	-	0	-7	4
2	3	3	-3	0	7	6	4	4	-	18	4	1
3	2	1	-16	-11	9	7	5	5	-	3	6	0
4	2	4	-	1	2	1	5	5	-	6	+	+
5	2	9	-26	21	-	0	3	3	-	13	-	9
6	8	11	6	11	-5	8	-4	12	-	0	1	1
7	5	0	+	+	1	+	5	2	-	11	3	15
8	-12	-	+	+	-	5	1	4	+	+	+	14
9	4	-5	+	+	2	0	13	-20	-	+	+	7
10	0	8	+	+	2	7	-13	4	+	+	+	6
11	-11	2	+	+	0	4	-28	2	+	+	+	6
12	2	7	+	+	3	2	-12	21	+	+	+	2
13	5	1	+	+	-	2	-8	17	+	+	+	3
14	-4	1	+	+	-	8	37	29	+	+	+	11
15	-15	20	+	+	11	8	9	13	-	+	+	5
16	5	4	+	+	29	7	2	22	+	+	+	15
17	2	14	+	+	0	12	+	2	+	+	+	8
18	+	2	+	+	10	16	-35	24	+	+	+	19
19	-11	4	+	+	7	10	14	18	+	+	+	12
20	8	9	+	+	5	8	+	5	+	+	+	5
21	-5	5	+	+	-	7	1	2	+	+	+	2
22	0	17	+	+	15	23	-16	4	+	+	+	1
23	-13	7	+	+	8	2	4	3	-	+	+	2
24	-6	5	+	+	2	4	11	16	+	+	+	6
25	-7	0	+	+	-	17	6	7	-	+	+	1
26	+	10	+	+	4	4	+	8	+	+	+	1
27	0	0	+	+	6	1	12	4	+	+	+	2
28	-13	7	+	+	-	6	+	12	+	+	+	10
29	-	1	+	+	1	6	+	12	+	+	+	3
30	-13	2	+	+	+	6	-6	2	+	+	+	+
31	-2	-2	-10	2	+	6	-	2	+	20	-8	3
Среднее за 10 дней	+3,8	+4,7	+0,9	+5,8	-1,5	+4,5	-0,1	+3,7	+0,2	+0,8	+2,0	+3,5
	-1,7	+3,9	+6,5	+5,2	+6,0	+8,1	-5,3	+2,6	+	+3,9	+5,6	+7,7
	-5,1	+1,1	-1,0	+3,5	+5,0	+7,4	+0,9	+4,3	+10,0	+8,1	+2,7	+0,2
Среднее за месяц	-1,1	+3,1	+1,7	+4,8	+3,2	+6,7	-1,2	+3,6	+6,6	+4,4	+3,6	+3,7

Heure demi-definitive Bulletin Horaire BIH

Таблица 4

Месяцы Числа	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-2	-5	+4	+3	-1	-	+2	0	-1	+1	-	-3
2	+7	-	-	+3	+1	-	+3	-	+9	+6	-	+8
3	-5	+1	+1	+23	-	-	0	-	+8	-	-	+2
4	-	+7	+3	-1	-	+6	+4	-	+3	+2	-	-
5	-	+1	+4	-	-	-9	7	-7	+5	-	-15	-2
6	-3	+2	+8	+5	-11	-	-	+21	-	+2	+13	-
7	+1	+1	-	+6	+4	-	+11	+3	-	+7	-11	-
8	+3	+2	+4	+0	-2	-	+4	+5	-7	+1	-	+21
9	-5	-	-	-	+3	-	-13	-	+3	-16	-	+5
10	-	+5	-1	-	-	+11	0	-7	+2	-29	-	+2
11	+3	+6	-17	-	+4	+3	-	+5	-6	+6	+12	+1
12	-	-	-4	-	+2	-	-	+13	-	-	+2	-
13	+5	+11	-	-	+3	+2	-	-	-	+35	-	+2
14	-3	-	-	-	+4	-	-7	+11	-9	+10	-	-7
15	+3	-	-	0	+19	-	+14	+5	+26	-	-13	+14
16	-4	-1	+7	+1	-	-	-	-	+2	+1	+11	+2
17	+3	-	-	-	-	+6	+10	-	+8	-	+14	+3
18	-	-	+7	-	-	-	-	+6	+6	-	+3	-
19	-	-1	+5	-	-3	+14	-	-12	-	+11	-	-7
20	-	-6	+4	-5	+10	-	-7	+3	+12	-18	-	-
21	-4	+2	+16	-	-9	+3	+1	-1	+11	-13	+2	-
22	+4	+5	-	-	-	+8	-	-4	-8	-	-	-
23	+7	-	-9	+6	-2	+1	+13	+9	+1	-9	+12	-
24	+2	-	+5	+10	-	-	-	-	-	+11	+3	-
25	-	+8	-	-	-	+1	-	-	-	-	-	-
26	-	0	-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	+1	+6	-	-6	+1	-	+4	-	-	-	-
28	-	-	+10	-	+3	-	-	+9	-	+11	-	-
29	-6	-	-	+17	-	-	-	-	-	-	-	-
30	+1	-	-	+1	+1	-	+14	-	-	-	-	+20
31	-3	-	-	-	-16	-	-4	+8	-1	-7	-	-7
Среднее за месяц	+0,3	+0,6	-1,4	+2,2	+0,1	+0,7	-1,9	+1,6	+2,1	-0,6	+2,7	+2,9
$m/\sqrt{2}$	$\pm 4,9$	$\pm 4,9$	$\pm 6,7$	$\pm 6,7$	$\pm 7,4$	$\pm 5,7$	$\pm 7,2$	$\pm 8,8$	$\pm 8,4$	$\pm 1,2$	$\pm 8,8$	$\pm 8,3$
m	$\pm 3,5$	$\pm 3,5$	$\pm 4,8$	$\pm 4,8$	$\pm 5,2$	$\pm 4,0$	$\pm 5,1$	$\pm 6,2$	$\pm 6,0$	$\pm 8,2$	$\pm 6,2$	$\pm 5,9$

Эталонное

Месяцы	II		III		IV		V		VI	
Числа	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	- 3	-16	+12	-10	+9	-22	+ 6	-15	+31	- 8
2	0	—	+ 4	- 7	-7	-20	+ 1	-17	+1	- 2
3	- 2	-26	+ 7	—	—	-27	+ 4	-14	+2	- 2
4	—	—	0	—	+5	-18	- 5	-20	-4	-10
5	- 6	-23	+ 9	—	-2	-15	- 2	-19	+3	+ 1
6	+ 3	+33	—	—	—	-14	- 3	-15	+4	- 6
7	+ 1	-17	- 4	-20	-3	-20	0	-10	+3	- 4
8	- 7	-24	-10	-22	-8	-21	0	-18	+13	-12
9	- 4	-16	+12	—	-3	-15	- 7	-23	- 3	—
10	- 4	-18	+ 1	-13	0	-18	- 2	-19	+ 3	—
11	—	—	+ 4	-20	—	—	0	—	+12	- 5
12	- 5	—	+16	-19	0	-23	-10	—	+ 2	- 5
13	- 5	-20	+ 4	—	+5	-22	0	-11	+ 6	- 3
14	- 5	—	+ 9	-19	+3	—	+ 6	- 4	+ 5	- 5
15	- 4	-13	+ 3	-20	+4	-18	+10	- 8	+ 6	—
16	+ 4	-13	+13	-16	+6	-20	0	-10	+ 8	+ 4
17	- 1	-13	- 5	-25	+3	-22	- 1	-14	+ 5	- 3
18	- 4	-21	+11	-14	-2	—	—	—	+ 7	- 2
19	- 9	-19	0	-20	0	-20	—	—	—	+ 2
20	0	-18	+ 5	-13	+2	-16	0	-17	+10	+ 2
21	-10	-20	+ 4	—	+1	-16	+ 6	-12	+10	0
22	- 1	—	+ 3	-13	-2	-14	- 4	-14	- 1	+ 2
23	0	-16	+ 8	-15	+5	-19	+ 5	- 6	+ 6	- 5
24	+ 6	—	+ 6	-16	+9	-10	+ 6	- 6	+ 6	+ 3
25	+ 2	-27	+ 6	—	+5	-11	+ 4	- 8	+ 6	+ 1
26	- 1	—	+ 4	-15	0	-17	—	—	—	- 6
27	- 2	-14	+14	0	-7	-23	+ 8	-13	+ 3	—
28	- 6	—	+ 4	-16	+9	-18	+ 5	-21	+ 4	- 5
29	—	—	0	0	—	—	+10	-16	- 3	-14
30	—	—	+ 7	- 8	-3	-26	+ 8	—	+ 6	—
31	—	—	+ 3	- 8	—	—	+14	- 4	—	—
Среднее за 10 дней	-2,4	-20,0	+3,4	-14,4	-1,1	-19,0	- 0,8	-17,0	+5,3	-5,4
	-3,2	-17,3	+6,0	-18,4	+2,3	-20,1	+0,6	-10,7	+6,9	-1,7
	-1,5	-19,3	+5,4	-10,1	+1,9	-17,1	+6,2	-10,9	+4,3	-3,0
Среднее за месяц	-2,4	-18,8	+5,0	-14,3	+1,1	-18,6	+2,1	-13,4	+5,5	-3,3

Таблица 3

время СССР

VII		VIII		IX		X		XI		XII	
1и	2	1	2	1	2	1	2м	1	2	1	2
+ 5	+ 3	+ 3	-13	- 6	-15	+21	+ 8	+ 7	-	-	+ 7
- 1	+ 1	+11	- 5	+ 1	-11	-	-	- 3	+ 6	+ 2	+11
0	+16	- 2	+ 2	+ 4	-15	+ 8	+14	+ 3	-	- 1	- 5
+ 4	0	+ 2	- 8	+ 7	-	+ 9	+16	+ 4	- 2	+ 9	- 3
+ 4	+ 8	- 3	-12	- 1	- 4	+12	-	+ 4	+ 2	+ 5	- 3
+ 1	0	+ 5	- 5	+ 4	- 6	+ 7	-	+ 7	+ 4	- 5	- 3
- 3	+ 6	-	- 5	+ 9	-18	+14	+14	+14	+10	+ 3	+ 5
+12	+ 6	+ 2	- 7	+10	- 6	+10	+12	+ 4	+ 4	+ 4	-
+ 1	0	+ 2	- 8	+ 1	- 5	+ 7	+ 9	+ 6	+ 4	+ 3	+ 8
- 2	+ 7	0	- 5	+ 6	- 6	+ 6	+14	+ 6	+ 2	0	-
- 1	- 9	+11	-	+ 5	- 8	+ 5	+10	+ 4	+ 2	+ 2	- 3
-	-11	+ 6	- 4	+ 9	- 8	+ 4	+14	+ 6	+ 2	0	0
-	-21	+ 4	- 2	+ 2	-	+ 7	+20	+ 5	+ 7	+10	-
- 2	0	+ 5	- 3	+ 4	-12	+ 3	+10	- 2	0	- 6	+21
-14	-10	+ 8	- 8	+ 2	- 7	- 3	+10	+ 3	+ 7	+ 7	+ 5
+ 4	+ 8	+ 3	+ 6	+ 1	-11	+ 5	-	- 1	- 2	+ 2	+ 1
- 6	- 8	+12	- 2	+ 6	-14	+ 8	+15	+ 7	-	0	+14
- 1	+ 3	+ 4	- 8	+ 2	- 6	+ 5	+14	+ 2	+ 4	- 1	- 6
+ 8	+17	+ 1	- 4	+ 6	-	+ 7	+18	+ 5	+10	+ 5	+ 5
-	+ 6	+ 6	0	-	-11	+ 8	+18	+ 7	+12	0	- 6
+ 3	+13	+ 3	-10	+ 4	-12	+20	-	+ 3	+ 6	0	+13
+10	-	+10	- 4	+ 7	- 5	+ 5	+18	+ 5	- 5	- 2	- 4
-21	- 4	+ 9	- 9	+ 3	- 6	+ 4	+14	+ 2	-	+ 5	- 1
- 5	- 3	+ 4	-	+ 8	-	+28	+16	+11	0	+ 0	- 1
+10	- 3	+ 2	10	+ 8	-14	+13	+ 9	+ 3	- 2	-	+ 6
0	- 2	+ 7	- 3	+ 4	-11	+12	+15	+ 6	+ 2	-	+ 1
+19	-	+ 3	-13	+10	- 9	+ 4	-	+24	0	+ 1	- 1
0	-	- 2	- 5	+ 2	-18	+19	+ 2	- 1	- 7	+ 1	+ 4
-	-18	+ 4	- 1	+ 3	-13	+10	-	- 2	- 5	- 1	+ 7
+ 2	- 4	+11	- 1	+ 5	-17	+14	-	- 1	- 9	-	+ 1
0	- 4	- 2	+ 2	-	-	+ 2	+11	-	-	- 2	-13
+2,1	+3,7	+2,2	-6,6	+3,5	- 9,	+10,4	+12,4	+5,2	+3,8	+2,2	+2,9
-1,8	-2,8	+6,0	-4,1	+4,1	- 9,1	+ 4,8	+14,3	+3,6	+4,7	+2,0	+3,4
+1,8	-3,1	+4,5	-4,4	+5,4	-11,7	+13,1	+12,1	+5,0	-2,2	+0,2	+1,1
+1,0	-0,6	+4,3	-5,1	+4,3	-10,2	+ 9,5	+13,1	+4,6	+2,0	+1,5	+2,3

Таблица 5

Эталонное время СССР

Месяцы Числа	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	-2	+11	+9	+7	-	5	+3	-0	+19	+5	-2
2	-	-	-7	0	-	1	+10	+6	+7	-	-5
3	-	+1	+5	+3	-	2	-	+2	+6	+2	+5
4	+3	-	-2	-	+4	3	-	-	-	+1	-
5	+1	-4	-	-3	+4	-	+5	+2	+12	+5	+2
6	+5	-9	-	-4	-	-	-	-	-	-	+7
7	-	-4	-8	-3	-	11	-	-1	+8	+3	-
8	-	-9	-1	-5	-	+1	-2	+4	+5	+12	-
9	-	-	+2	-3	-	5	-	+5	+3	-	+21
10	-	-4	-	-	+10	-	-	-	+4	-	-2
11	-	+15	-	-	0	1	+5	+1	+5	+3	+1
12	-3	+4	-	+5	+3	-	3	-1	+3	+4	-7
13	-3	+9	-	-	-	-	2	-	-	-	-
14	-5	+5	-	+1	-	-	+3	-1	+1	+7	-
15	0	-	-	+8	-	-	4	-1	+5	+5	-
16	-	-	-	+1	-	-	3	-1	+3	-	+1
17	-	-	+7	-	-	-	0	+3	+7	-	-
18	-3	+13	+4	-	+6	-	3	0	+5	-3	-3
19	-8	+1	-2	-	-	-	0	4	-	+6	+5
20	-1	+4	+1	-	+14	-	9	-	-	+5	+1
21	-9	+3	-	-	-	-	0	-	-	+1	-
22	+1	+3	-3	-	-	-	9	0	+17	+2	0
23	-	-	+8	+10	-	-	-	+7	+7	-	-4
24	-	-	+2	+4	-	-	-	+8	+2	-	-
25	-	-	+1	-	+5	-	-	+3	+11	-	-
26	+2	+5	-	-	-	-	5	+7	-	+3	-
27	-2	+15	-	+6	+4	-	1	+3	-	+22	-
28	-7	+4	-	+8	-	-	2	+7	+16	+4	-
29	-	+1	-	+9	-	-	3	-	+9	-	-
30	-	-	-2	+14	-	+1	9	+3	+11	+2	-2
31	-	-	-	-	-	-2	-	-	+1	-	-12
Среднее за месяц $m\sqrt{2}$ m	-2,7 ±3,3 ±2,3	+4,6 ±5,6 ±4,0	+1,0 ±4,9 ±3,5	+2,0 ±6,0 ±4,3	+5,2 ±3,2 ±2,3	-0,7 ±6,8 ±4,8	+2,6 ±3,8 ±2,7	+2,6 ±3,2 ±2,3	+8,1 ±6,7 ±4,8	+3,4 ±4,6 ±3,3	+0,1 ±5,5 ±3,9

При этом, анализируя погрешность определяемых моментов подачи сигналов времени, мы ставили задачу исследовать правильность учета времени распространения волн τ , его постоянство в течение суток, а следовательно, и возможность использования этих материалов для синхронизации моментов различных точек земной поверхности.

Исходя из этой задачи, мы для каждой из трех систем времени получили отклонения моментов подачи сигналов времени 15^h и 21^h TU от моментов подачи сигналов времени в 9^h TU. Эти разности представлены табл. 1, 2 и 3 соответственно для английской, французской и советской систем времени ($1 - 9^h - 15^h$, $2 - 9^h - 21^h$).

Цифры табл. 1, а также табл. 2 и 3 (графа 1), выражающие разности моментов одних и тех же сеансов подачи сигналов времени, при правильном учете времени распространения τ всеми службами времени должны быть равны в пределах погрешности приема сигналов времени. Сравнение табл. 1, 2, 3 показывает, что эти разности различны для всех систем времени и это различие выходит за пределы погрешности приема сигналов времени современными службами времени.

В силу близости станции ГБР к английским службам времени, разности табл. 1 английской системы времени можно принять за действительное различие моментов подачи сигналов в 9^h и 15^h TU и исключить их из разностей графа 1 табл. 2 и 3. Оставшиеся разности моментов подачи представлены табл. 4 и 5 соответственно для систем времени *Heure demi-definitive Bulletin Horaire* и Эталонного СССР.

Данные этих таблиц позволяют сделать вывод, что месячным рядам разностей присущи случайные и систематические ошибки, которые нельзя объяснить погрешностями приема сигналов времени.

Средние квадратичные ошибки взаимной привязки двух систем времени, обозначенные $m\sqrt{2}$, и средние квадратичные ошибки m привязки одной системы времени вычислены после исключения систематических ошибок и в течение года характеризуются величинами 300—1000 мк/сек. Средние квадратичные ошибки привязки времени двух пунктов земной поверхности, естественно, будут больше.

Анализируя графы 2 табл. 2 и 3, мы видим, что систематические ошибки разностей моментов здесь значительно больше. Особенно ярко это отражено в разностях системы Эталонное время СССР, службы времени которого удалены от СДВ станции ГБР на большие, причем, неодинаковые расстояния. Разность моментов приемов колонки 2 содержит сеанс приема сигналов в 21^h TU, что соответствует переходу от дня к ночи на большинстве трасс служб времени, принимающих сигналы ГБР.

Исходя из вышесказанного, мы пришли к заключению, что применение и сверхдлинных волн для синхронизации времен различных точек Земли с высокой точностью ставит задачу изучения распространения радиоволн и всех возникающих при этом ошибок.

Достигнутая в настоящий момент синхронизация систем времени затрудняет точные астрономо-геофизические исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. National Bureau of Standards Technical Note, № 22, 1959.
2. Н. А. Тельпуховский. Вращение Земли. Изд-во АН УССР. К., 1963, стр. 187—196.
3. Review of the Radio Research Laboratories, vol, 21 № 5, 1959, стр. 280—285.
4. Proceedings of the IRE, vol, 47, № 5, 1959, стр. 829—239.
5. Proceedings of the IRE, vol, 45 № 6, 1957, стр. 794—803.
6. Royal Observatory Bulletins, № 79, 80, 83, 86, 1963.
7. Bulletin Horaire du Bureau International de l'Heure, № 1, 2, 3, 4, 5, 6, Serie 6, 1963.
8. Эталонное время в средние моменты передач радиосигналов за I—XII 1963 года. ВНИИФТРИ Государственного комитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР, М., 1963.

КРИВАЯ УКЛОНЕНИЯ СИСТЕМЫ ВРЕМЕНИ TU1 ОТ АТОМНОГО И ЕЕ АНАЛИЗ

В. И. Туренко

Возникшие еще в середине XVIII столетия сомнения в равномерности вращения Земли вокруг своей оси [1] переросли к настоящему времени в проблему. Особенно важное значение приобретает эта про-

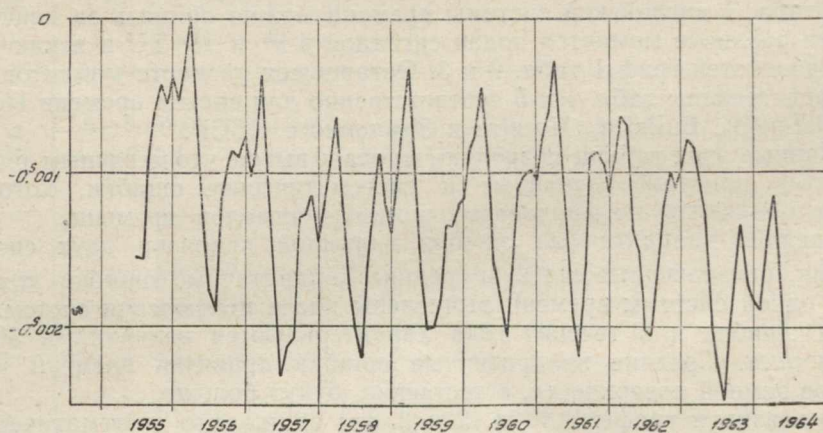


Рис. 1.

блема в связи с современными геофизическими исследованиями. Эти исследования требуют знания неравномерности вращения Земли с высокой точностью, которую только в последнее время могут обеспечить методы и средства служб времени и широты.

Классическая система времени TUO может использоваться для определения поправок за колебание полюса. Полученная из нее система времени TU1 является исходной при изучении неравномерности вращения Земли.

Кривая уклонения системы времени TU1 от системы атомного времени ТА получена нами в интервале времени 1955-VI—1964-VI по данным средних атомных часов A_9 , публикуемым Международным бюро времени [2], и представлена на рис. 1.

Из этих же публикаций получена также кривая уклонения системы приближенно-равномерного времени TU2 от атомного. Она представлена на рис. 2.

Ординаты рис. 1 и 2 соответствуют скорости вращения Земли.

Рассмотрение этих кривых показывает, что поправки за сезонную неравномерность вращения Земли, учтенные Международным бюро времени, в большинстве случаев неудовлетворительны. Уклонения систе-

мы времени TU2 от атомного ТА значительны по амплитуде. Амплитуда периодических кривых колебания системы времени TU2 достигает $1/2 - 1/3$ амплитуды колебания системы времени TU1.

Это еще раз говорит о том, что вопрос о короткопериодической неравномерности вращения Земли не решен. Будут ли здесь обнаружены еще какие-либо короткие периоды неравномерности вращения Земли, или подтвердится мысль об изменениях годичного члена от года к году, или то и другое — вопрос, еще требующий решения.

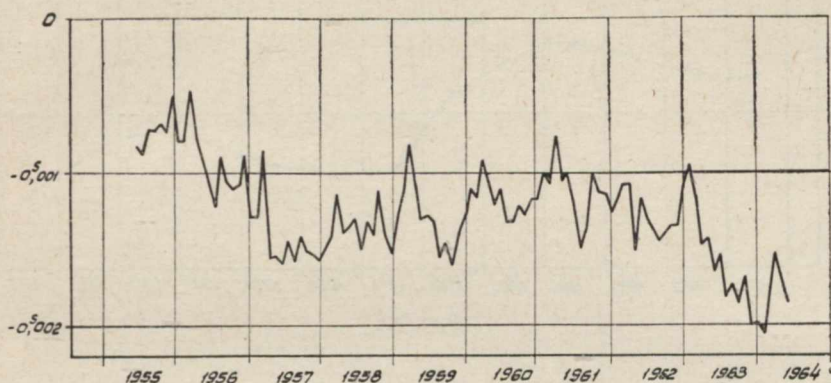


Рис. 2.

Сглаженная кривая уклонения системы времени TU2 представлена на рис. 3.

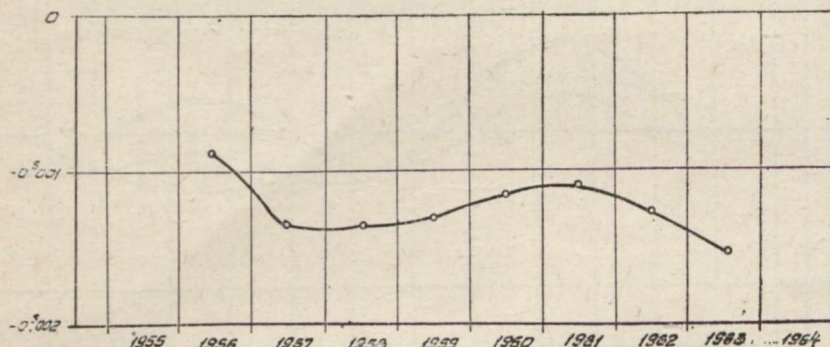


Рис. 3.

Сглаженная кривая отклонения системы времени TU2 в интервале времени 1951—1959 гг., полученная ранее [3], и соответственная кривая в интервале времени 1955—VI—1964—VI по общему участку времени были связаны в общую кривую.

Кривая колебания системы времени TU2 относительно системы атомного времени ТА за 1951—1963 гг. представлена на рис. 4.

Остающееся уклонение хода системы времени TU2 от атомного ТА также представляется периодической кривой с периодом в 11 лет. Однако два максимума кривой рис. 4 в 1954 и 1961 гг. дают основание говорить, что на периодическую кривую с 11-летним циклом налагается периодическая кривая с периодом около 6—7 лет.

Разложение кривой рис. 4 на две составляющие представлено на рис. 5. Это первое, предварительное, упрощенное разложение сглаженной кривой системы времени TU2 на ее составляющие.

Сплошная кривая представляет аналитическую кривую общего уклонения системы времени TU2 от атомного ТА, две другие пунктирные кривые — ее разложение на синусоиды с 11- и 6-летними циклами.

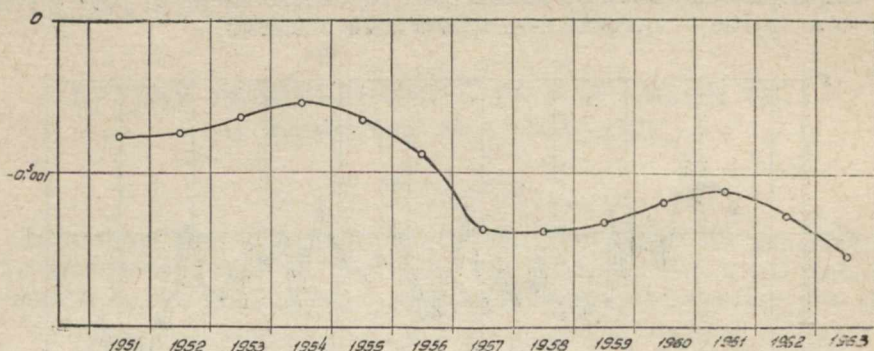


Рис. 4.

Наличие в неравномерности вращения Земли 11- и 6-летних периодов указывает на зависимость вращательного движения Земли от солнечной активности.

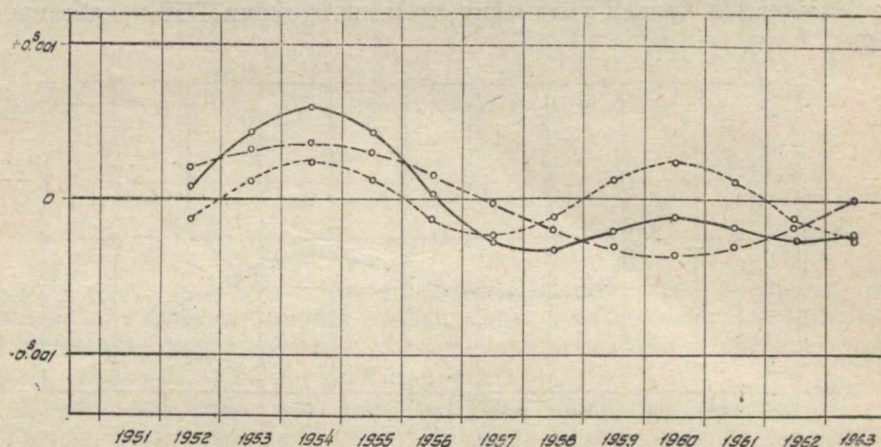


Рис. 5.

11 и 6-летний периоды неравномерности вращения Земли проявляются на фоне общего систематического замедления вращения Земли. Судя по рис. 4, это систематическое замедление вращения Земли значительно больше того, которое принято в настоящее время [1, 4]. Последнее обстоятельство можно объяснить тем, что сглаженная кривая системы времени TU2 является ветвью кривой более длинного периода и в данный момент складывается с систематическим замедлением вращения Земли.

В настоящее время еще трудно искать корреляцию между режимом вращения Земли и солнечной активностью. Связь эта, по-видимому, существует, и изучение ее требует участия различных специалистов — астрономов и геофизиков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андуйе. Вращение Земли. Сб. «Успехи астрономических наук», № 5. Изд-во Гос. астрономическ. ин-та им. П. К. Штернберга, М.—Л., 1936, стр. 3—20.
2. Bulletin Horaire du Bureau International de l'Heure, 1958—1964 гг.
3. В. И. Туренко. Сб. «Вращение Земли». Изд-во АН УССР, К., 1963, стр. 216—219.
4. Н. Н. Парийский. Неравномерность вращения Земли. Изд-во АН СССР, М., 1954.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ФОТОМЕТРИИ ЛУНЫ В ИНФРАКРАСНОЙ И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ОБЛАСТЯХ СПЕКТРА

Н. Н. Евсюков

Фотометрия Луны в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра представляет большой интерес, так как она может внести существенный вклад в понимание физики Луны и выяснение структуры ее поверхности. Работы подобного рода немногочисленны. С помощью телевизионной аппаратуры Н. Ф. Купревичем [1, 2] было получено изображение Луны в области 0,9—2,3 μ (максимум чувствительности 1,3—1,4 μ), заметно отличающееся от обычных фотографий. Были получены фотографии Луны в инфракрасной области и другими авторами [3], однако сколько-нибудь полной фотометрии Луны не проводилось.

С помощью фотографической фотометрии очень трудно получить изображение Луны для $\lambda > 1,2 \mu$, однако можно предполагать, что при реальности полученных различий, их можно заметить уже на 1 μ .

В ультрафиолете мы фотографировали Луну на несенсибилизированных пластинках фирмы Agfa, в инфракрасных лучах — на инфракрасных пластинках ORWO — 1050. Применялись ультрафиолетовый фильтр УФС — 4 и инфракрасный — ИКС-1 в комбинации с КС — 19. Перед фотографированием инфракрасные пластинки гиперсенсибилизировались раствором аммиака.

Для ультрафиолета нами получены абсолютные яркости. Стандартизация производилась по внефокальным изображениям звезд β Ori и α Leo. Чтобы исключить влияние атмосферы, звезды фотографировали на том же зенитном расстоянии, что и Луну. Необходимо было учесть различие спектральных классов β Ori, α Leo и Солнца. Яркость точек Луны с плотностью почернения, равной плотности почернения изображения звезды, вычислялась по формуле:

$$B_{\lambda}^{\odot} = \frac{S_{06}^*}{S_{06}^{\odot}} \cdot \frac{F_2}{S_*} \cdot B_{\lambda}^{\odot} \frac{\int_0^{\infty} E_{\lambda}^* \cdot \tau_{\lambda} \cdot r_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot P_{\lambda} \cdot d_{\lambda}}{\int_0^{\infty} B_{\lambda}^{\odot} \cdot \tau_{\lambda} \cdot r_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot P_{\lambda} \cdot d_{\lambda}},$$

где $\bar{\lambda} = 370 m\mu$, длина волны, соответствующая максимуму пропускания всей оптической системы;

$\frac{S_{06}^*}{S_{06}^{\odot}}$ — отношение площадей диафрагм при фотографировании Луны и звезды;

- F — фокусное расстояние;
 S_* — площадь внефокального изображения звезды;
 $B_{\lambda}^{\odot}$ — спектральная яркость Солнца, взята из работы М. С. Мурашевой и Г. Ф. Ситник [4];
 E_{λ}^* — внеатмосферная монохроматическая освещенность от звезды, взята из работы А. В. Харитонов [5];
 τ_{λ} — коэффициент пропускания фильтра;
 r_{λ} — коэффициент пропускания объектива;
 S_{λ} — чувствительность пластинки;
 P_{λ} — коэффициент пропускания атмосферы.

Измеренные яркости соответствуют следующим фазам: в ультрафиолете: $109^{\circ},9$; $-95^{\circ},5$; $-39^{\circ},6$; $-19^{\circ},1$; $-11^{\circ},8$; $-3^{\circ},9$; $+96^{\circ},0$; в инфракрасной области $-109^{\circ},9$; $-95^{\circ},5$; $-3^{\circ},9$.

Для того, чтобы уверенно построить фазовую кривую Луны в ультрафиолете, мы предполагаем увеличить число фаз, которые будут использованы при обработке. Сравнение имеющихся в нашем распоряжении данных с каталогом В. А. Федорца [6] существенных различий фазовых кривых не показывает. Для различных объектов Луны были вычислено ультрафиолетовый яркостный фактор $\rho = \frac{B_{\lambda}}{B_{0\lambda}}$, то есть отношение яркости поверхности Луны к яркости абсолютно белой поверхности, расположенной нормально к подающим лугам.

$$B_{0\lambda} = \frac{E_{\lambda}}{\pi} = B_{\lambda}^{\odot} \cdot \frac{r_{\odot}^2}{a^2}.$$

Таблица 1

Моря, № детали	$\rho_{УФ}$	$\rho_{Виз}$	Кратеры, № детали	$\rho_{УФ}$	$\rho_{Виз}$
2	0,046	0,106	6	0,071	0,161
4	0,064	0,122	21	0,052	0,139
5	0,052	0,118	22	0,092	0,148
15	0,043	0,089	27	0,060	0,104
31	0,044	0,111	45	0,050	0,110
41	0,043	0,089	53	0,055	0,132
60	0,035	0,083	61	0,089	0,180
91	0,039	0,091	71	0,052	0,110
94	0,047	0,096	80	0,068	0,137
103	0,047	0,083	102	0,110	0,192
Материки, № детали	$\rho_{УФ}$	$\rho_{Виз}$	Лучи и соседние области	$\rho_{УФ}$	$\rho_{Виз}$
19	0,050	0,098	13	0,049	0,097
34	0,066	0,149	14	0,040	0,081
37	0,068	0,151	67	0,051	0,112
39	0,064	0,136	68	0,042	0,093
58	0,059	0,122	75	0,048	0,116
90	0,060	0,120	76	0,041	0,092
124	0,067	0,111	77	0,050	0,107
146	0,067	0,150	78	0,041	0,087
148	0,062	0,152	79	0,069	0,172
167	0,062	0,119	79a	0,061	0,148

Таблица 2

$\alpha = -109^{\circ},9$		$\lg \frac{B}{B_0}, \text{УФ}$	$\lg \frac{B}{B_0}, \text{ИК}$	$\lg \frac{B}{B_0}, \text{Виз}$	УФ—ИК	УФ—Виз	$\alpha = -3^{\circ},9$	
λ							λ	УФ—ИК
23°		-1,350	-1,220		0,095		-75°	0,660
25		-1,120	-0,980		0,075		-65	0,640
27		-0,960	-0,800		0,055		-55	0,620
29		-0,810	-0,680		0,040		-45	0,610
31		-0,690	-0,600		0,040		-35	0,600
33		-0,580	-0,520		0,020		-25	0,605
35		-0,490	-0,370	0,030	0,010	-0,520	-20	0,610
40		-0,340	-0,190	0,185	0,000	-0,525	-15	0,620
50		-0,190	-0,045	0,350	-0,005	-0,500	-10	0,630
70		+0,020	0,000	0,525	+0,050	-0,505	-5	0,640
90		+0,120		0,625	+0,100	-0,505	0	0,635
$\alpha = -95^{\circ},5$							5	0,625
λ		$\lg \frac{B}{B_0}, \text{УФ}$	$\lg \frac{B}{B_0}, \text{ИК}$	$\lg \frac{B}{B_0}, \text{Виз}$	УФ—ИК	УФ—Виз	10	0,615
							15	0,610
15°		-1,300	-0,900	0,100	0,075	-0,940	25	0,600
20		-1,020	-0,720	0,240	0,035	-0,930	35	0,590
25		-0,840	-0,580	0,340	0,000	-0,920	45	0,580
30		-0,690	-0,485	0,406	-0,015	-0,905	55	0,590
35		-0,580	-0,420	0,465	-0,025	-0,905	60	0,600
40		-0,500	-0,370	0,520	-0,030	-0,910	65	0,610
45		-0,440	-0,335	0,565	-0,025	-0,910	70	0,625
50		-0,390	-0,300	0,610	-0,020	-0,920		
55		-0,345	-0,260	0,670	0,000	-0,920		
60		-0,310	-0,230	0,710	+0,030	-0,910		
70		-0,250	-0,210	0,740	+0,060	-0,900		
80		-0,200						
90		-0,160						

где $r_{\odot}$ — радиус Солнца;

a — астрономическая единица.

$$B_{0\lambda} = 6,48 \cdot 10^9 \frac{\text{эрг}}{\text{см}^2 \cdot \text{сек} \cdot \text{стер}}, \Delta\lambda = 1 \text{ см.}$$

Визуальные коэффициенты яркости вычислялись по каталогу В. А. Федорец для фазы $-1^{\circ},5$. К этой же фазе приводились и ультрафиолетовые коэффициенты яркости. Результаты приведены в таблице 1.

Из приведенной таблицы видно, что коэффициенты яркости в ультрафиолете в среднем более чем вдвое ниже, по сравнению с видимой областью спектра.

Одной из задач, поставленных в настоящей работе было выявление различий в распределении яркости по диску Луны для ультрафиолета ($\lambda = 370 \text{ м}\mu$), видимой области спектра (данные взяты из каталога В. А. Федорец) и инфракрасной области ($\lambda = 1000 \text{ м}\mu$).

Сравнение производилось для трех фаз: $-109^{\circ},9$, $-95^{\circ},5$ и $-3^{\circ},9$. При фазе $-3^{\circ},9$ было измерено около 170 точек, тех же что и в каталоге В. А. Федорец; при фазах $-109^{\circ},9$ и $-95^{\circ},5$ — примерно по 100 точек. Вблизи терминатора и лимба делалось несколько разрезов для более уверенного проведения кривых падения яркости от лимба к терминатору.

В табл. 2 приведены усредненные значения $lg \frac{B}{B_0}$ для каждой из выбранных спектральных областей в функции селенографической долготы λ . Так как в каталоге В. А. Федорец имеются не все нужные нам фазы, то яркости точек для них пришлось рассчитывать по фазовым кривым для каждой точки. Кроме того, совершенно необходимо было учесть различие либраций для каталога и этих снимков. Для фаз $-109^{\circ},9$ и $-95^{\circ},5$ это различие достигает 8° , для фазы $-3^{\circ},9$ оно равно $2^{\circ},5$.

Сравнение распределений яркости при фазах $-109^{\circ},9$ и $-95^{\circ},5$ показывает, что в инфракрасной области яркость вблизи лимба падает медленнее, а вблизи терминатора быстрее, чем в ультрафиолете. Между распределениями яркости в визуальных и ультрафиолетовых лучах существенных различий пока не замечено.

При фазе $-3^{\circ},9$ зависимости $lg \frac{B}{B_0}$ от λ проводятся чрезвычайно неуверенно, поэтому в таблице они не приведены. Разброс яркости деталей для ультрафиолета и визуальных лучей достигает $0^m,9$ для инфракрасных лучей — $0^m,5$.

Это уменьшение разброса альбедо в инфракрасных лучах, возможно, связано со значительным ростом альбедо в этой области спектра, то есть, с повышением роли рассеяния второго порядка. Разброс в

$$lg \left(\frac{B}{B_0} \right)_{\text{уф}} - lg \left(\frac{B}{B_0} \right)_{\text{ик}} = \pm 0,070.$$

Наличие максимума на этой кривой при $\alpha = -3^{\circ},9$, возможно, связано с тем, что вблизи нулевой долготы большую площадь занимают материки. Правда, такому объяснению противоречит ширина области повышенной яркости, занимающей почти 60° . Этот максимум более всего выделяется в ультрафиолете, менее всего — в инфракрасной области. Сравнение с визуальными лучами для этой фазы затруднено

потому, что расчет яркости может содержать значительные ошибки. При фазе $-3^{\circ},9$ яркость в визуальных лучах падает от лимба к терминатору несколько быстрее, чем в ультрафиолете и инфракрасных лучах.

Несомненно, что дальнейшие наблюдения позволят выяснить ряд вопросов, связанных со строением поверхностного слоя Луны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Ф. Купревич. «Астр. ж.» **XL**, 5, 889—896, 1963.
 2. Н. Ф. Купревич. Известия ГАО АН СССР, XXIII, вып. 2, № 173, 110—115, Л., 1964.
 3. Н. П. Барабашов, А. Т. Чекирда. Труды Астр. обсерватории ХГУ, 3 (11), 13, Изд-во ХГУ, Харьков, 1954.
 4. М. С. Мурашева, Г. Ф. Ситник. «Астр. ж.» **XL**, 5, 819—828, 1963.
 5. А. В. Харитонов. Автореф. дисс. Алма-Ата, 1963.
 6. В. А. Федорец. «Уч. зап.», ХГУ, **42**, 49, Харьков, 1952.
-

СОДЕРЖАНИЕ

Н. П. Барабашов, И. Л. Белкина. Спектрофотометрические исследования большого темного пятна на Венере	3
Н. П. Барабашов, В. А. Езерская, В. И. Езерский. Фотографическая фотометрия некоторых участков Моря Облаков и Моря Познанного	12
Ю. В. Александров. Диффузное отражение света полубесконечной, почти рассеивающей атмосферой. Сообщение II	26
Ю. В. Александров. Результаты поверхностной фотографической фотометрии Юпитера	32
Н. Б. Ибрагимов. Определение оптических параметров атмосферы Марса в коротковолновой части спектра	38
К. Н. Кузьменко, В. Х. Плужников, К. Н. Деркач. Определение прямых восхождений больших планет меридианным кругом ХАО в 1964 году	42
В. И. Туренко. К вопросу синхронизации времен различных пунктов Земли по приемам сверхдлинноволновых радиостанций	45
В. И. Туренко. Кривая уклонения системы времени TUI от атомного и ее анализ	54
Н. Н. Евсюков. Предварительные результаты фотографической фотометрии Луны в инфракрасной и ультрафиолетовой области спектра	58

Редакторы *Л. А. Гаврилова, И. А. Григорьева*
Техредактор *Л. Т. Момот*
Корректор *А. П. Гужва*

Сдано в набор 8.IX 1965 г. Подписано к печати 30.XII 1965 г. БЦ 35270.
Формат 70×108¹/₁₆. Объем: 4 физ. печ л., 5,5 усл. печ. л., 4,2 уч.-изд. л.
Зак. 4467. Цена 29 коп. Тираж 700.

Харьковская типография № 16 Областного комитета по печати.
Харьков, Университетская ул., 16.

