Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 6

АСТРОНОМИЯ

С. М. КОЗИК

КОНТУР ЗЕМНОЙ ТЕНИ ПРИ ЛУННЫХ ЗАТМЕНИЯХ

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 3 V 1955)

Точное определение размеров и формы земной тени затруднено неотчетливостью ее границы. Нерезкость края тени ведет к значительным ошибкам отдельных измерений. Для уменьшения случайных ошибок следует при каждом лунном затмении стараться измерить положение возможно большего числа точек края тени. При этом важно, чтобы измерения выполнялись одним и тем же наблюдателем, так как разные лица неодинаково оценивают положение края тени, а надежное определение личных разностей часто оказывается невозможным из-за отсутствия общепринятой программы наблюдений. Автору удалось довести число отметок контактов земной тени с определенными лунными объектами в течение одного затмения до нескольких десятков и даже, поручая ведение записей помощнику, свыше 100.

Как известно, видимая тень Земли всегда оказывается несколько шире вычисленной геометрической тени. Наблюдаемый избыток радиуса тени обусловлен, главным образом, земной атмосферой. В табл. 1 даны результаты обработки 6 лунных затмений, наблюдавшихся автором в Ташкенте при благоприятной погоде.

Всего наблюдено 497 контактов. Из этого числа 254 контакта отмечены при вхождении объектов в тень, а 243 — при выходе из нее. Первые располагаются почти исключительно на западной полуокружности тени, соответствующей вечернему отрезку земного терминатора, а вторые — на восточной, соответствующей его утреннему отрезку. Число тех и других при каждом затмении показано в столбцах n. Для каждой группы точек, вычисленных по этим контактам, дан средний позиционный угол P по отношению к центру тени, считаемый от направления на север против часовой стрелки, и средний избыток радиуса тени Δr со своей среднеквадратичной ошибкой, выраженный в десятитысячных долях земного экваториального радиуса, а также среднее отклонение a отдельных значений Δr от среднего, выраженное в тех же единицах. Кроме того, указано расстояние z до Луны в земных радиусах и применявшееся увеличение изображения g.

Полная обработка двух первых затмений с описанием принятой методики наблюдений и вычислений была опубликована ([1]). Главной целью дальнейшего накопления наблюдений была проверка высказанного предположения об уменьшении избытка радиуса тени от экватора к полюсам.

Обработка данных табл. 1, выполненная раздельно для вхождений в тень и выходов из нее, после перехода от позиционных углов P к географическим широтам φ соответственных точек земного терминатора дает:

а) по вхождении в тень

$$\Delta r = 142 + 2{,}7\,(z - 60) - 14\sin^2\varphi;$$

б) по выходам из тени

$$\Delta r = 132 + 2{,}7\,(z - 60) - 20\sin^2\varphi.$$

Так как избыток радиуса тени вычислялся во всех случаях с учетом полярного сжатия земного эллипсоида (1 : 297), то отрицательный знак последних членов уравнений прямо указывает на уменьшение избытка тени от экватора к полюсам. Форма тени, в среднем, соответствует эллипсоиду со сжатием в полтора раза более геодезического, т. е. около 1 : 200.

Таблица 1

Избыток радиуса земной тени при 6 лунных затмениях

Дата затмения	z	Вхождение в тень				Выход из тени				ϱ
		n	P	Δr	a	n	P	Δr	a	
7 XI 1938	58,4	36	282°	125±2,8	13	28	53°	111±2,0	8	60
3 V 1939	59,5	—	—	—	—	35	70	131±3,5	16	60
15 VIII 1943	56,1	58	206	130±2,3	14	67	124	122±1,9	12	110
14 VI 1946	63,5	67	260	168±3,2	20	62	117	146±2,1	13	40
29 I 1953	63,3	59	316	131±2,1	12	51	86	135±3,3	19	35
18 I 1954	60,7	34	250	144±2,8	13	—	—	—	—	75

Избыток тени при разных затмениях не остается одинаковым. При удалении Луны от Земли избыток увеличивается. Полученный результат можно удовлетворительно представить, принимая следующее соотношение между углами конусов видимой и геометрической тени, f и f_i:

$$\operatorname{tg} f : \operatorname{tg} f_i = 0{,}950.$$

На западной стороне тени избыток оказывается несколько больше, чем на восточной, как будто тень смещена навстречу движению Луны в среднем на 0,0005 земного радиуса. Это может быть следствием различий состояния атмосферы вечером и утром. Не исключена возможность субъективного происхождения некоторой части этой разницы в ширине избытка тени, поскольку на западной стороне наблюдаются вхождения лунных объектов в тень, а на восточной — выходы.

Степень нерезкости края тени подвержена заметным переменам, как показывают колебания величины a. Даже при одном затмении разные части тени ограничены неодинаково резко. Это явление также зависит от различий состояния земной атмосферы в разное время или над разными участками терминатора.

Можно отметить, что выбор увеличения между 35 и 110 не оказывает существенного влияния на оценку радиуса тени и резкости ее очертаний.

Считаю долгом выразить признательность Ташкентской астрономической обсерватории за предоставление возможности проведения необходимых наблюдений.

Ташкентская
геофизическая обсерватория

Поступило
29 IV 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Бюлл. Ташкентск. астрон. обс., 2, № 3 (13), 79 (1940).