

$\mu_v = \infty$, если $m = 1.5$, и в общем центральные четные моменты μ_v порядка v для распределения (1) существуют только в случае, если $m > (v+1)/2$. Таким образом, из (12) со всей определенностью следует, что оценка (16) неприменима, если $m \leq 2.5$.

При $m = 2.5$ для генеральной совокупности имеем $\mu_4 = \infty$. В то же время значение $\hat{\mu}_4$ выборки всегда конечно, каков бы ни был закон распределения. Следовательно, если действительно $m < 2.5$, то метод моментов всегда будет давать $\hat{m} > 2.5$, т. е. прежде чем воспользоваться оценкой (16) необходимо выяснить справедливость неравенства $m > 2.5$ для генеральной совокупности, однако соответствующего статистического критерия для проверки этого неравенства в настоящее время нет. Во-вторых, предположение $\epsilon > 0$ для генеральной совокупности вовсе не означает, что $\hat{\epsilon} > 0$ для конкретной выборки. Таким образом, используемая Джеффрисом [10] оценка (16) таит в себе существенные теоретические изъяны и не обладает удовлетворительными статистическими свойствами.

Для практических целей Джеффрис [10] рекомендует использовать распределение (1) с $m = 4$, что близко к реальным оценкам m , полученным по разным рядам наблюдений. Поэтому при определении параметров распределения (1) из решения у.м.п. для предварительной оценки параметра m можно вообще не привлекать метод моментов, и положить в первом приближении $\hat{m} = 4$, а вместо λ и σ^2 использовать выборочные значения первого и второго центральных моментов эмпирического распределения.

1. Градштейн И. С., Рыжик И. М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений.— М.: Физматгиз, 1963.—1100 с.
2. Джунь И. В. Распределение Пирсона VII типа в ошибках наблюдений над колебаниями широт // Астрометрия и астрофизика.— 1969.— Вып. 2.— С. 101—115.
3. Джунь И. В., Арнаутов Г. П., Стусь Ю. Ф., Шеглов С. Н. Особенность закона распределения результатов баллистических измерений ускорения силы тяжести // Повторные гравиметрические наблюдения: вопросы теории и результаты.— М.: Нефтегеофизика, 1984.— С. 87—100.
4. Джунь И. В., Славинская А. А. Закон распределения остаточных погрешностей определения времени и широты на астролябии Данжона // Вращение и прилив. деформации Земли.— 1984.— Вып. 16.— С. 69—74.
5. Ибрагимов И. А., Хасьминский Р. З. Асимптотическая теория оценивания.— М.: Наука, 1979.—528 с.
6. Крамер Г. Математические методы статистики.— М.: Мир, 1975.—648 с.
7. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды.— М.: Наука, 1981.—798 с.
8. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами / Под ред. М. Абрамовица, И. Стиган.— М.: Наука, 1979.—830 с.
9. Харин А. С., Яцкив Я. С. О законе распределения случайных ошибок наблюдений голосеевского каталога склонений звезд широтных программ // Тр. 18-й астрометр. конф. СССР.— Л.: Наука, 1972.— С. 130—133.
10. Jeffreys H. The law of error in the Greenwich variation of latitude observations // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.— 1939.—99.— P. 703—709.

Укр. ин-т инженеров вод. хоз-ва,
Ровно

Поступила в редакцию
30.03.87

УДК 523.33

Определение наклона лунного экватора к эклиптике по фотографическим наблюдениям Луны на фоне звезд

Р. Л. Семеренко

По данным фотографических позиционных наблюдений Луны одновременно со звездами определен наклон лунного экватора к эклиптике. Используются две теории движения Луны: Брауна — Эккерта ($j=2$) и DE200/LE200.

THE DETERMINATION OF LUNAR EQUATOR-TO-ECLIPTIC INCLINATION FROM PHOTOGRAPHIC OBSERVATIONS OF THE MOON ON THE STELLAR BACKGROUND, by Semerenko R. L.— The lunar equator-to-ecliptic inclination has been determined

from photographic positioning data of the Moon observed with the stars simultaneously. Two theories of the Moon's motion were used — the Brown — Eckert ($j=2$) theory and DE200/LE200 one.

Наклон среднего лунного экватора (экватора Кассини) к эклиптике I — один из основных параметров, определяющих вращение Луны и ее ориентацию во внешнем пространстве. При этом следует иметь в виду, что линия пересечения плоскостей эклиптики и экватора Кассини проходит через центр масс Луны (СМ), а это налагает определенные требования к наблюдениям из-за несовпадения центра масс и центра фигуры (СФ), т. е. наблюдения положений деталей лунной поверхности желательнее относить не к краю Луны (в этом случае необходимо учитывать неровности края и пользоваться априорными данными об ориентации системы координат, в которой определяются положения этих деталей), а непосредственно к опорным звездам, хотя в этом случае оказывают влияние ошибки координат последних.

Параметр I можно определять из позиционных астрометрических наблюдений — гелиомеретрических, микрометрических или фотографических. К настоящему времени выполнено более 50 обработок разных рядов наблюдений, но разброс результатов показывает, что задача определения наклона среднего лунного экватора к эклиптике еще не имеет удовлетворительного решения. Отметим также, что неточность в значении I ведет к ошибкам ориентации и деформации опорных координатных селенодезических систем [2].

В Главной астрономической обсерватории АН УССР с 1978 г. ведутся регулярные фотографические наблюдения Луны одновременно со звездами на двойном длиннофокусном астрографе Тэлфера ($D=40$ см, $F=5.5$ м). Применяется способ мгновенных экспозиций. Его ошибка не превышает $0.2''$ [6].

За 33 даты наблюдений получено 163 пластинки, которые пригодны для измерений. Обработка пластинок проводилась с использованием двух теорий Луны: Брауна — Эккерта ($j=2$) и DE200/LE200. Исходный селенодезический каталог — киевская Сводная система селенодезических координат 4900 точек лунной поверхности [1]. Компоненты физической либрации Луны определены по аналитической теории [8], кроме непериодических членов, значения которых $\Delta\tau=114''$, $\Delta\rho_1=-84''$ взяты из [4]. Величины $\Delta\tau$ и $\Delta\rho_1$ представляют собой угловые смещения динамической системы координат D относительно квазидинамической Q по долготе и широте соответственно. Система D связана с главными осями инерции Луны и жестко закреплена в ее теле. Система Q связана со средним направлением оси ξ на Землю. Начало координат обеих систем совпадает с СМ Луны. Обе системы правые. В качестве исходного значения параметра I принята величина $I_0=1^\circ 32' 33''$, рекомендованная МАС [9].

Уравнения наблюдений составлены для каждого кратера по всем пластинкам в отдельности в системах D и Q . Следует отметить, что поправку к принятому значению I нельзя отделить от влияния высших гармоник в разложении селенопотенциала $\Delta\rho$. Уравнения составлены в двух вариантах. Первый вариант кроме поправки $\Delta I' = \Delta I + \Delta\rho$ содержит также поправки к координатам кратеров исходного каталога S ; второй — включает только поправку $\Delta I'$. Приведем уравнения наблюдений в системах Q для первого варианта и D для второго.

Система Q , первый вариант:

$$\begin{aligned} (\alpha_0 - \alpha_c)_j \cos \delta_i^{\zeta} &= a_i^I \Delta I' + a_i^{\xi} \Delta \xi + a_i^{\eta} \Delta \eta + a_i^{\zeta} \Delta \zeta, \\ (\delta_0 - \delta_c)_j &= b_i^I \Delta I' + b_i^{\xi} \Delta \xi + b_i^{\eta} \Delta \eta + b_i^{\zeta} \Delta \zeta. \end{aligned}$$

Система D , второй вариант:

$$\begin{aligned} (\alpha_0 - \alpha_c)_j \cos \delta_i^{\zeta} - (\Delta\tau a_i^{\tau} + \Delta\rho_1 a_i^{\rho}) &= a_i^I \Delta I', \\ (\delta_0 - \delta_c)_j - (\Delta\tau b_i^{\tau} + \Delta\rho_1 b_i^{\rho}) &= b_i^I \Delta I', \end{aligned}$$

где индексы i, j обозначают пластинку и кратер соответственно; α_0, δ_0 — наблюдаемые, а α_c, δ_c — вычисленные координаты кратера; δ_i^{ζ} — топоцентрическое склонение Луны; $\Delta\xi, \Delta\eta, \Delta\zeta$ — поправки к координатам кратеров каталога S . Остальные величины — коэффициенты уравнений, зависящие от компонентов оптической топоцентрической и фи-

зической либраций, среднего аргумента широты Луны и координат кратеров из каталога S. Коэффициенты исправлены за влияние конического эффекта, в котором учитывается конечное расстояние от Земли до Луны.

Обработаны измерения 50 кратеров. Не каждый из них отождествлялся на всех пластинках, но в обработку включены кратеры, для которых выполнены измерения не менее чем на 20 пластинках. Затем находились средние взвешенные значения поправок $\Delta I'$ для двух видов координатных систем, двух вариантов уравнений наблюдений и двух теорий движения Луны. Результаты представлены в таблице.

Значения I для двух теорий движения Луны и двух вариантов уравнений наблюдений

Вариант	Теория	
	$j=2$	DE200/LE200
I	$1^{\circ}32'30'' \pm 10''$	$1^{\circ}32'59'' \pm 9''$
II	$1\ 32\ 35 \pm 9$	$1\ 33\ 17 \pm 7$
Среднее	$1\ 32\ 33 \pm 10$	$1\ 33\ 08 \pm 8$

Из таблицы видно, что величина I , полученная с помощью теории DE200/LE200, больше принятого значения почти на $0.6'$. Следует отметить, что основное различие в теориях $j=2$ и DE200/LE200 заключается в том, что они относятся к различным началам отсчета координат — центру фигуры ($j=2$) и центру масс (DE200/LE200).

Напомним, что А. А. Яковкин еще в 1950 г. [7] обращал внимание на заниженное значение принятого тогда параметра I и получил $1^{\circ}33'48'' \pm 17''$ с учетом либрационного эффекта в радиусе Луны.

Данные последнего времени [3, 5] также свидетельствуют о том, что наиболее вероятное значение I близко к $1^{\circ}33'$.

В заключение отметим нечувствительность параметра I к виду координатной системы, что, очевидно, следует из геометрического смысла углов поворота Δt и $\Delta \rho_1$ и отнесения начал отсчета систем Q и D к одной и той же точке.

1. Гаврилов И. В., Кислюк В. С., Дума А. С. Сводная система селенодезических координат 4900 точек лунной поверхности.— Киев: Наук. думка, 1977.— 172 с.
2. Кислюк В. С. Деформация селенодезической опорной сети под влиянием ошибок постоянных вращения Луны // Астрометрия и астрофизика.— 1972.— Вып. 16.— С. 30—40.
3. Кислюк В. С. Ориентировка эллипсоида инерции Луны по измерениям позиционных углов лунных кратеров // Письма в Астрон. журн.— 1985.— 11, № 3.— С. 222—226.
4. Кислюк В. С. Эллипсоид инерции Луны // Кинематика и физика небес. тел.— 1985.— 1, № 1.— С. 41—48.
5. Нефедьев Ю. А. Абсолютные координаты лунных кратеров по гелиометрическим измерениям: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук.— М., 1986.— 17 с.
6. Семеренко Р. Л. О точности фотографических наблюдений Луны на фоне звезд // Кинематика и физика небес. тел.— 1986.— 2, № 1.— С. 55—59.
7. Яковкин А. А. Опыт определения постоянных физической либрации Луны с учетом изменения ее профиля // Публ. Киев. астрон. обсерватории.— 1950.— № 3.— С. 17—23.
8. Moons M. Analytical theory of libration of the Moon // Moon and Planets.— 1982.— 27, N 3.— P. 257—284.
9. Seidelmann P. K. Summary of the IAU (1976) system of astronomical constants // Inform. Bull. Int. Astron. Union.— 1977.— N 37.— P. 37—40.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию
17.06.87